

**A N N A L E N**  
**DER**  
**P H Y S I K.**

---

**NACH L. W. GILBERTS TODE FORTGESETZT**

**UND**

**HERAUSGEGEBEN**

**ZU**

**B E R L I N**

**VON**

**J. C. POGGENDORFF.**

**ZWEI UND ACHTZIGSTER BAND.**

---

**NEBST SECHS KUPFERTAFELN.**

---

**LEIPZIG**  
**VERLAG VON JOH. AMBROSIVS BARTH**  
**1826.**

**A N N A L E N**  
**DER**  
**P H Y S I K.**

---

**NACH L. W. GILBERTS TODE FORTGESETZT**

**UND**

**HERAUSGEGEBEN**

**ZU**

**B E R L I N**

**VON**

**J. C. POGGENDORFF.**

**ZWEI UND ACHTZIGSTER BAND.**

---

**NEBST SECHS KUPFERTAFELN.**

---

**LEIPZIG**  
**VERLAG VON JOH. AMBROSIVS BARTH**  
**1826.**



ANNALEN  
DER  
PHYSIK  
UND  
CHEMIE.

---



HERAUSGEGEBEN  
ZU  
BERLIN  
VON  
J. C. POGGENDORFF.

SECHSTER BAND.

---

NEBST SECHS KUPFERTAFELN.

---

LEIPZIG  
VERLAG VON JOH. AMBROSIOUS BARTH  
1826.

ANNALS

PHYSICAL

CHEMICAL

PHYSICAL

PHYSICAL

PHYSICAL

PHYSICAL

PHYSICAL

PHYSICAL

PHYSICAL

PHYSICAL

---

# **I n h a l t**

**des sechsten Bandes der Annalen d. Physik u. Chemie.**

---

## **Erstes Stück.**

- |   |                |
|---|----------------|
| <b>I. Ueber die magnetische Polarisation der Metalle und Erze durch Temperatur-Differenz; vom Dr. T. J. Seebeck</b>         | <b>Seite 1</b> |
| <b>II. Neue Beiträge zur Kenntniss der Feuermeteore und herabgefallenen Massen; von E. F. F. Chladni (Fünfte Lieferung)</b> | <b>21</b>      |
| <b>III. Untersuchung eines sogenannten Eisen-Hammerschlags; von G. S. Mosander</b>  | <b>35</b>      |
| <b>IV. Ueber Metallreductionen durch andere Metalle auf nassem Wege; vom Hrn. Prof. Fischer zu Breslau</b>                  | <b>43</b>      |
| <b>V. Analyse des Picrosmins; von Gustav Magnus</b>   | <b>53</b>      |
| <b>VI. Ueber die scheinbare Richtung der Augen in einem Bildnisse; von William Hyde Wollaston</b>                           | <b>61</b>      |

VII. Ueber die Aqsmittlung des Arsens bei Vergiftungen; von J. J. Berzelius	71
VIII. Doppelsalz von kohlensaurem und phosphorsaurem Natron	78
IX. Anderthalb schwefelsaures Natron (Sesquisulphate of Soda)	80
X. Saures schwefelsaures Natron	82
XI. Schwefelsaures Natron ( $\ddot{N}a \ddot{S}^2 + 16 Aq$ )	82
XII. Kohlensaures Natron ( $\ddot{N}a \ddot{C}^2 + 16 Aq$ )	84
XIII. Prismatisches Natronsalt von Mohs	87
XIV. Versuche zur Bestimmung der Intensitäten des Magnetismus der Erde, nebst Beobachtungen über die täglichen Oscillationen der horizontalen Magnetnadel zu Hammerfest und Spitzbergen; von Hrn. Edward Sabine	88
XV. Ueber die Wirkung gewisser ätherischer Oele auf die Lösung des Phosphors in fetten Oelen; von A. Walcker	125
XVI. Der Thermometrograph der Sternwarte zu Halle; vom Observator Dr. Winckler	127

---

## Zweites Stück.

- I. Ueber die magnetische Polarisation der Metalle und Erze durch Temperaturdifferenz; vom Dr. T. J. Seebeck (Fortsetzung) Seite 133
- II. Neue Beiträge zur Kenntniß der Feuermeteore und herabgefallenen Massen; von E. F. F. Chladni (Beschluß der fünften Lieferung) 161
- III. Ueber den Epistilbit, eine neue zur Familie der Zeolithe gehörige Mineralgattung; von Gustav Rose 183
- IV. Notiz über Hrn. Professor Mitscherlich's Beobachtungen, den Dimorphismus des wasserhaltigen schwefelsauren Zinkoxydes und der wasserhaltigen schwefelsauren Magnesia betreffend; von Wilhelm Haidinger 191
- Zusatz. Ueber die doppelte Form des schwefelsauren Nickeloxydes; von Hrn. Brooke 193
- V. Ueber die Verbindungen des Phosphors mit dem Wasserstoff und den Metallen; von Heinrich Rose 199
- I. Ueber das sich beim Zutritt der Luft von selbst entzündende Phosphorwasserstoffgas 201
- Zusammensetzung dieses Phosphorwasserstoffgases 204

- VI. Chemische Untersuchung eines Lithion-Glimmers von Zinnwalde in Böhmen; von C. G. Gmelin** 215
- VII. Methode, Arsenik von Nickel und Kobalt zu scheiden; von F. Wöhler** 227
- VIII. Ueber die Trennung der Titansäure von der Zirkonerde; von J. J. Berzelius** 231
- IX. Versuch zur Beseitigung der vom Hrn. Professor und Ritter Parrot angegebenen Schwierigkeiten in der Theorie der Ebbe und Fluth; von M. Moritz Wilhelm Drobisch, Privatdocenten an der Universität zu Leipzig** 233
- X. Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Intensität der magnetischen Kraft und über die täglichen Veränderungen in der Intensität des Erdmagnetismus; von Hrn. S. H. Christie** 239
- XI. Ueber die bei Tage beobachteten Sternschnuppenartigen Erscheinungen und ein zur Zeit einer Sonnenfinsternis gescheenes ungewöhnliches Feuermeteor** 244
-

## Drittes Stück.

- |   |           |
|---|-----------|
| I. Ueber die magnetische Polarisation der Metalle und Erze durch Temperaturdifferenz; vom Dr. T. J. Seebeck (Beschluss)   | Seite 253 |
| II. Methode, die Thermometer zu berichtigen; vom Hrn. Professor Bessel zu Königsberg  | 287       |
| III. Berichtigungen und Zusätze zu den in diesen Annalen Bd. III. St. 3 u. 4, enthaltenen Beobachtungen über die Intensität des Erdmagnetismus; von Chr. Hansteen | 309       |
| IV. Beitrag zur näheren Kenntniss des Molybdäns; von J. J. Berzelius  | 331       |
| Reduction des Molybdäns   | 332       |
| Molybdänoxyd und dessen Salze   | 334       |
| a. Molybdänoxyd auf trockenem Wege  | 334       |
| b. Molybdänoxydhydrat   | 336       |
| Molybdänoxydsalze   | 340       |
| <i>Molybdänchlorid</i> , ein in fester und gasförmiger Gestalt dem Jod ähnlich aussehender Körper   | 341       |
| V. Ueber das Verhalten der Kieselerde zu den Säuren; vom Dr. C. J. B. Karsten   | 351       |

- VI. Eine neue magnetische oder elektromagnetische Beobachtung; vom Hrn. Hofrath Muncke zu Heidelberg** 361

---

## Viertes Stück.

- I. Beitrag zur näheren Kenntniss des Molybdäns; von J. J. Berzelius (Beschluss)**
- |   |           |
|---|-----------|
| Molybdänoxydul und dessen Salze                     | Seite 369 |
| Molybdänsäure und Salze, in welchen diese Basis ist | 380       |
| Blaues Molybdänoxyd und blaue Molybdänsalze         | 385       |
- II. Untersuchung über das Brechungsvermögen der elastischen Flüssigkeiten; von Hrn. Dulong** 393
- III. Ueber die Schwefelsalze; von J. J. Berzelius** 425
- |                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| Ueber die Nomenklatur derselben   | 429 |
| I. Wasserstoffgeschwefelte Salze  | 436 |
| II. Kohlenstoffgeschwefelte Salze | 444 |
- IV. Versuch einer Theorie der durch galvanische Kräfte hervorgebrachten elektroskopischen Erscheinungen; von G. S. Ohm** 459
- V. Ueber Schwefelcerium; vom Dr. Mosander** 470
- VI. Vorläufige Bemerkungen über metallisches Ei-**



sen und seine Oxyde; von Fr. Stro-  
meyer 471

VII. Ueber Lithionglimmer; von Hrn. Edward  
Turner, M. D. 477

VIII. Ueber die Art, das Lithion in Mineralien  
mittelst des Löthrohrs zu entdecken; von Hrn.  
Edward Turner, M. D. 485

IX. Ueber die Auffindung der Boraxsäure in Mi-  
neralien mittelst des Löthrohrs; von Hrn. Ed-  
ward Turner, M. D. 489

X. Ueber die magnetisirende Kraft der brechba-  
ren Strahlen des Sonnenlichtes; von Mistress  
Mary Somerville 493

XI. Beschreibung zweier neuen Mineralien, der  
Königine und des Beudantits; von Hrn. A.  
Levy 497

XII. Ueber das Brennen von comprimirtem Gase;  
von Hrn. Davies 500

XIII. Ueber die Einrichtung meteorologischer In-  
strumente, welche in Abwesenheit des Beob-  
achters ihren Stand für einen gegebenen Au-  
genblick oder für mehrere aufeinander folgende  
Zeiträume selbst anzeigen 502

XIV. Ueber die Krystallform des Polymignits und  
der phosphorsauren Yttererde 506

**XV. Ueber die Wirkung der Schwefelsäure auf Alkohol und über die Natur der daraus hervorgehenden Verbindungen** 508

**XVI. Bestimmung der niedrigsten Temperatur, bei welcher das Eisenoxyd vollständig durch Wasserstoffgas reducirt wird; von Gustav Magnus** 509

**XVII. Ueber die Veränderungen an einigen alten Kupferlegirungen; vom Dr. John Davy** 514

---

---

# ANNALEN DER PHYSIK.

---

JAHRGANG 1826, ERSTES STÜCK.

---

## I.

*Ueber die magnetische Polarisation der Metalle und  
Erze durch Temperatur - Differenz;*

VON

DR. T. J. SEEBECK.

(Ausgezogen aus den so eben erschienenen Denkschriften für 1822 und 1823. Von den zu dieser Abhandlung gehörigen Kupfertafeln No. III und No. V, wird die erstere dem Februar- und die letztere dem Märzheft beigegeben werden.)

---

Aus meinen Untersuchungen über den Magnetismus der galvanischen Ketten (Abh. d. K. Ak. 1820 — 21. p. 289) hatte sich ergeben, daß die Intensität des Magnetismus dieser Ketten in geradem Verhältniß zu der Energie der durch den feuchten Leiter begründeten chemischen Action stehe, mit dieser steige und falle; ferner, daß, wenn auch in den gewöhnlich angewendeten und manchen anderen galvanischen Ketten ein festes und gleichförmiges Verhältniß zwischen der magnetischen und elektrischen Polarisation besteht, — die letztere, den herrschenden elektrochemischen und elektromagnetischen Theorien zufolge, als vom Berührungspunkte der Metalle mit einander ausgehend angenommen, — dieses Verhältniß dennoch nicht un-

veränderlich sey, sondern daß der feuchte Leiter auch auf die Lage der Metalle gegen die magnetischen Pole der Ketten einen entschiedenen Einfluß habe, und nicht selten gerade die entgegengesetzte Lage derselben von der, welche man als normal angesehen hatte, veranlasse.

Bei Fortsetzung der Untersuchungen über das gegenseitige Verhalten der elektrischen, chemischen und magnetischen Thätigkeiten in den galvanischen Ketten stieß ich auf Erscheinungen, welche mir anzudeuten schienen, daß auch wohl zwei Metalle für sich, kreisförmig mit einander verbunden, ohne Mitwirkung irgend eines feuchten Leiters magnetisch werden möchten. Auch noch andere Gründe schienen dafür zu sprechen. Denn aus mehreren Thatfachen und namentlich aus den a. a. O. S. 346 erwähnten, schien hervorzugehen, daß nicht sowohl die Action an dem Berührungspunkte der Metalle mit einander, als vielmehr die Ungleichheit der Actionen an den beiden Berührungspunkten der Metalle mit dem feuchten Leiter die magnetische Polarisation der ganzen geschlossenen Kette begründe; auch war wohl nicht zu bezweifeln, daß selbst dann, wenn der Action am zuerst genannten Berührungspunkte ein Antheil an der Erregung des Magnetismus zugestanden werden müsse, doch schon das Uebergewicht der Action an einem der Berührungspunkte über die an den andern beiden Berührungspunkten eine magnetische Spannung veranlassen könne; und dieses, glaubte ich, berechtige wohl zu der Erwartung, daß bei irgend einem eintretenden Mißverhältniß in dem Zustande der Berührungspunkte zweier kreisförmig mit einander verbun-

denen Metalle eine magnetische Polarisation hervortreten könne.

Zu den ersten Versuchen wählte ich zwei Metalle, welche ich, in den gewöhnlichen galvanischen Ketten mit *Kupfer* verbunden, in manchen Stücken abweichend und veränderlich gefunden hatte, *Wismuth* und *Antimon*. Durch beide sah ich meine Erwartung erfüllt, doch war ihre Wirkung verschieden.

1. Eine Scheibe von *Wismuth* unmittelbar auf einer *Kupferscheibe* liegend, zwischen die beiden Enden eines im magnetischen Meridian liegenden spiralförmig gewundenen Kupferstreifens von 40 Fuß Länge und  $2\frac{1}{2}$ '' Breite gebracht, zeigte beim Schliessen des Kreises sogleich eine deutliche Declination der Magnetnadel. Lag die Spirale gegen *Norden* und ihre Enden gegen *Süden*, so wich der Nordpol ( $-m$ ) der Nadel (der Nordpol der Erde mit  $+M$  bezeichnet), welche innerhalb der Nadel stand, um einige Grade *westlich* ab, wenn das obere Ende der Spirale auf die *Wismuthscheibe* niedergedrückt wurde. Die Declination war dagegen *östlich*, wenn die Spirale im Süden und die Metallscheibe im Norden lag.

Die Declination blieb dieselbe der Richtung nach, nur war sie schwächer, wenn die *Kupferscheibe* oben und die *Wismuthscheibe* unten lag; dies veranlasste, bei den folgenden Versuchen nur einfache Metallscheiben mit der Spirale in Berührung zu bringen. Umkehrung der Spirale, ohne Aenderung ihrer Lage gegen die Weltgegenden, änderte die Declination nicht, woraus folgt, daß nicht eine etwanige Verschiedenheit in den Endstreifen der Spirale die magnetische Spannung bewirkt habe. Ein einfacher bügelförmiger

Streifen von Kupferblech gab ähnliche aber schwächere Wirkungen als die Spirale.

2. Eine Scheibe von *Antimon* zwischen den Enden der Spirale oder des einfachen Kupferstreifens verhielt sich gerade umgekehrt wie die Wismuthscheibe. Die Declination war *östlich*, wo sie beim Wismuth *westlich* war, und umgekehrt; auch war sie schwächer, als bei jenem, doch immer noch deutlich.

3. Als *Zink* mit der Kupferspirale verbunden wurde, erfolgte *keine* Declination der Magnetonadel.

4. Eben so wenig erfolgte eine Declination, als eine Scheibe von *Silber* oder *Kupfer*, einzeln für sich oder verbunden mit einer *Zinkscheibe*, auf obige Art angewandt wurden.

5. Bei allen diesen Versuchen wurde die zu untersuchende Metallscheibe auf das untere Ende der Spirale oder des einfachen Streifens gelegt und das obere frei schwebende Ende mit den Fingern niedergedrückt. Es konnte also die Frage aufgeworfen werden, ob nicht die Hand hier die Stelle des feuchten Leiters vertrete und ob nicht Wismuth und Antimon nur dadurch entgegengesetzte Declinationen bewirken, daß das eine unter Mitwirkung der Feuchtigkeit der Hand mit Kupfer + *E*, das andere — *E* werde.

Das gänzliche Ausbleiben einer magnetischen Spannung bei Verbindung des Zinks mit dem Kupferstreifen, wo dieser Annahme noch eine stärkere Spannung hätte erfolgen sollen, mußte schon dagegen Bedenken erregen. Allein nach bestimmter zeigte sich, daß die Feuchtigkeit der Hand nicht mitwirken könne, als das obere Ende der Spirale mittelst einer mit Wasser benetzten Pappscheibe auf die Wismuthscheibe

gedrückt wurde, und *keine* Declination Statt fand, ferner auch, als nach Benetzung der Pappe mit Salzsäure eine Declination erfolgte die der früheren entgegengesetzt war.

6. Vollständig wurde aber die Annahme, daß wir es hier nur mit gewöhnlichen galvanischen Ketten zu thun haben dadurch widerlegt, daß auch dann noch, wenn das obere schwebende Ende des Kupferstreifens mit einem Stäbchen von irgend einem Metall auf die Wismuth- oder Antimonscheibe niedergedrückt wurde, ja daß selbst dann, wenn das obere Ende der Spirale, welche mit der Wismuth- oder Antimonscheibe in Berührung stand, mit einer trocknen dünnen Glascheibe bedeckt war, und diese mit der Hand berührt wurde, und einige Zeit in Berührung blieb, innerhalb der geschlossenen Kreise ganz dieselben, obwohl schwächeren, Declinationen erfolgten, als bei unmittelbarer Berührung der die Kette bildenden Metalle mit der Hand. Es konnte also auch keine Elektricitätserregung durch den Contact jener beiden Metalle mit der Hand, als trocknen Körper angesehen, die magnetische Spannung bewirkt haben.

7. Als das obere Ende der Spirale auf der Wismuthscheibe befestigt, und das untere Ende derselben an die untere Fläche des Wismuths mit der Hand gedrückt wurde, war die Declination der in § 1. angegebenen entgegengesetzt. Es zeigte sich keine Declination, als *beide* Enden der Spirale zugleich mit den Fingern an die Wismuthscheibe gedrückt wurden.

8. Mit andern Metallen als Kupfer, namentlich mit dünnen 18 bis 24" langen und 4 bis 6" breiten Streifen von Zink, Zinn, Blei, Silber und Platin, gab

Wismuth wie mit den Kupferstreifen eine *westliche* Declination, wenn der Bogen mit der Boussole innerhalb desselben gegen Norden, Wismuth in Süden lag, und die Kette *oben* mit der Hand geschlossen wurde. *Antimon* bewirkte mit allen jenen Metallstreifen unter obigen Bedingungen eine *östliche* Declination. *Kupfer* zwischen diesen Metallbogen zeigte keine Wirkung.

9. *Nickel*, *Kobalt* und *Uran* verhielten sich bei Verbindung mit der Spirale von Kupferblech dem *Wismuth* gleich; dagegen *Eisen*, *Stahl*, *Arsenik* und *Tellur* dem *Antimon* gleich.

Dem *Kupfer* gleich verhielt sich *Zink*, *Blei*, *Zinn*, *Quecksilber*, *Silber*, *Gold*, *Platina*, *Palladium*, *Chrom* und *Messing*. Keines derselben gab bei Schließung mit der Spirale eine wahrnehmbare Declination.

10. Von anderen Substanzen wirkten Bleiglanz, Schwefelkies, Kupferkies, Arsenikkies, Kupfernickel, weißer Speiskobalt wie *Wismuth*; Kupferglas, Buntkupfererz und blättriger Magnetkies aber wie *Antimon*.

11. Bei allen diesen Versuchen war die Wirkung am stärksten, wenn die Metalle und Erze unmittelbar mit der Hand berührt wurden, sie waren schwächer wenn die Schließung mit dünnen Zwischenkörpern geschah (welche aber nicht zwischen der Spirale und dem zu untersuchenden Metalle oder Erze liegen durften, wenn sie unmetallisch waren, sondern auf beiden), ja es fiel jede Wirkung auf die Magnetnadel weg, wenn die Enden der Spirale mit 2 Fuß langen Glas-, Holz- oder Metallstangen auf die Metallscheiben niedergedrückt wurden. Doch bald zeigte sich eine Bewegung der Magnetnadel, wenn die Hand an das untere Ende der Metallstangen, nahe dem Orte, wo sie



den Bogen berührten, gelegt wurde, und wenn sie dort einige Zeit verweilte. Nach diesen Erfahrungen mußte sich der Gedanke aufdrängen, daß nur die *Wärme*, welche sich von der Hand dem einen Berührungspunkte mittheilt, die Ursache des Magnetismus in diesen zweigliedrigen Ketten seyn möchte. Demnach war zu erwarten, daß ein höherer Grad von Temperatur als der, welcher den Metallen von der Hand mitgetheilt werden konnte, auch eine höhere magnetische Spannung bewirken müsse. Diefes bestätigen von mehreren im Originale enthaltenen Versuchen unter andern die folgenden.

12—14. Eine *Wismuthscheibe* wurde mit den beiden Enden der Kupferspirale in Berührung gebracht, *unter* die geschlossene Kette eine *kalte*, und *auf* dieselbe eine über einer Lampe *erwärmte* Kupferscheibe gelegt. Sogleich wich die Magnetnadel bleibend um  $17^{\circ}$  nach Westen ab. Wurde aber die *war-me* Kupferscheibe *unter* den das Wismuth berührenden Kupferstreifen gelegt, so erfolgte eine eben so große *östliche* Declination. Wurde hier *Antimon* statt des *Wismuths* genommen, so wich die Nadel nach entgegengesetzten Seiten um  $9$  bis  $10^{\circ}$  ab.

15. Stäbe von *Wismuth* oder *Antimon*, 5 bis 24" lang, an dem einen Ende erwärmt und unmittelbar mit der Spirale oder dem einfachen Metallbogen verbunden, verhielten sich wie Scheiben aus diesen Metallen. Die Declination *innerhalb* des Kupferbogens *K* (Fig. 1 und 2) ist, wenn der Stab in Süden und der Bogen in Norden steht, beim Wismuth (*W*) *östlich*, wenn das *war-me* Ende *unten*, und *westlich*, wenn das *war-me* Ende *oben* liegt. Beim Antimon (*A*) ist die

Declination im ersten Falle *weslich*, und im letzteren, *östlich*. Die Declinationen *oberhalb* und *unterhalb* des Bogens sind denen *innerhalb* desselben entgegengesetzt.

16. Eine *Wismuth-* oder *Antimonstange* genau in der Mitte erwärmt, giebt, bei Anlegung ihrer Enden an die Spiralanden, keine Declination. Werden beide Enden einer solchen Stange zugleich und gleich stark erwärmt, oder ist die ganze Stange gleichförmig erwärmt worden, so kann eine Declination erfolgen oder nicht, je nachdem beim Schliesssen die Spiralanden freischwebend sind oder einen und den andern Körper berühren. Ist die Unterlage des einen Spiralandes ein schlechter Wärmeleiter, wie z. B. Pappe oder Holz, so kann dies Ende bei Berührung mit der Stange sich leicht als das wärmere verhalten und alsdann eine Declination erfolgen. Ist aber die Unterlage ein besserer Wärmeleiter, z. B. Metall oder Stein, so kann die Declination die entgegengesetzte seyn, weil die warme Stange sich hier schneller abkühlt, als am andern Ende. Eine an beiden Enden gleich warme Metallstange mit den freischwebenden Enden der Spirale gleichzeitig verbunden, giebt keine Declination.

17. Eben so verhielten sich bei gleichem Verfahren die übrigen in § 8 und 9. angeführten Metalle.

18. Aus allen diesen Versuchen geht hervor, daß die erste und wichtigste Bedingung der Erscheinung des *freien Magnetismus* in diesen metallischen Kreisen *Differenz der Temperatur an beiden Berührungspunkten der Glieder ist*. Magnetismus wird entschieden auch dann noch erregt, wenn beide Berührungspunkte der Metalle oder Erze zugleich und gleich stark

erwärmt werden; eine Wirkung auf die Magnetnadel kann aber hier nicht Statt finden, weil durch dies Verfahren eine doppelte und entgegengesetzte magnetische Polarität, von überall gleicher Stärke in dem Kreise hervorgerufen wird. Auch durch die Berührung der Halbkreise für sich muß Magnetismus erregt werden, er bleibt aber *latent*, weil die Action der beiden Metalle auf einander an beiden Punkten von gleicher Stärke, aber entgegengesetzter Richtung ist.

19. Künstliche *Erkältung* eines der beiden Berührungspunkte wird also eben sowohl wie *Erwärmung* eine magnetische Spannung hervorbringen müssen, wie es auch die Erfahrung bestätigt hat. Hier nur die Resultate eines späteren mit Hrn. H. Rose gemeinschaftlich angestellten Versuches. Ein Ring halb aus *Antimon* von 0",5 dickem und halb aus dünnem 0",5 breitem Kupferblech bestehend, wurde in eine Mischung aus 2 Thl. Schnee und 3 Thl. fein gepulvertem salzsauren Kalk gestellt, und zwar so, daß *Antimon* im Süden und *Kupfer* im Norden stand. Die Magnetnadel innerhalb des Kreises wick bleibend um 8° östlich ab, als, bei — 6° R im Zimmer, der untere Berührungspunkt bis — 38° R erkaltet war. Innerhalb eines viereckigen Rahmens aus zusammengelöthetem *Wismuth* und *Antimon* wick die Nadel um 35° westlich ab, und hielt sich fast eine halbe Stunde so, als *Wismuth* im Süden und *Antimon* im Norden stand, der untere Berührungspunkt — 43° R und der obere — 6° R hatte.

20. Je größer die Differenz der Temperatur an beiden Berührungspunkten ist, um so stärker, doch nicht überall gleichförmig mit derselben steigend, ist

die magnetische Spannung in diesen Ketten, namentlich in den aus den reineren Metallen gebildeten. Die Ketten aus Metall-Legirungen scheinen hievon eine Ausnahme zu machen, wie man weiterhin finden wird. Gleichgültig ist es womit die Erwärmung geschieht; ferner ob nur eines der beiden Metalle erwärmt ist, und welches, oder ob beide zugleich erwärmt worden; doch ist im letzteren Falle die magnetische Polarisation in der Regel stärker. Da der andere Berührungspunkt nicht erwärmt werden darf, so muß man den beiden Gliedern der Kette eine ihrer Wärmeleitungsfähigkeit angemessene und mit der angewandten Hitze zu vergrößernde Länge geben. Auch müssen die besseren Wärmeleiter um so dünner seyn, je kürzer sie sind, und je dicker die Metallstangen, desto länger müssen sie seyn, wenn starke Wirkung erfolgen soll.

21. Vergrößerung der Oberfläche der sich berührenden Metalle scheint die Wirkung nicht zu verstärken. Wismuth- und Antimonscheiben von 6" ins Gevierte, verbunden mit Kupferscheiben von gleicher Gröfse, gaben keine stärkere Declination, als Scheiben von 1",5 Durchmesser, bei gleich starker Erhitzung des sie verbindenden Kupferbogens.

22. Unmittelbare Berührung der Metalle ist eine zweite wesentliche Bedingung zur magnetischen Polarisation derselben durch Temperaturdifferenz. Ein Blatt Papier, ein Goldschlägerhäutchen oder eine mit Wasser benetzte Pappscheibe zwischen die Metalle vom kalten Berührungspunkt geschoben, hebt alle Wirkung auf die Magnetnadel auf; Pappscheiben mit Säuren oder Alkalien getränkt, erzeugen natürlich eine galvanische Kette.

23 — 25. Je vollkommener die Verbindung der beiden Metalle ist, desto stärker ist ihr Magnetismus; deshalb wirken sie, durch Schmelzung mit einander verbunden, stärker, als wenn sie sich bloß äußerlich berühren. Solch ein Apparat, wie z. B. Fig. 3 aus zusammengelöthetem *Wismuth* und *Kupfer*, da er gegen die oxydirende Einwirkung der Luft geschützt ist, eignet sich vorzüglich, die § 15 bis 20 angeführten Erscheinungen — der Steigerung, Schwächung, Aufhebung und Umkehrung der Polarität — bei einseitiger oder beiderseitiger Erwärmung oder Erkältung der Berührungspunkte zu zeigen. Hier die Uebersicht der Wirkung einer solchen Kette aus *Wismuth* und *Kupfer* (*B* und *K* in Fig. 3) auf Declinations- und Inclinationsnadel.

*Declination*

zwischen <i>KB</i> bei Erwärmung von <i>a</i> westlich	}	stärker
- <i>KB</i> - - - <i>b</i> östlich		
über <i>K</i> }	}	schwächer
unter <i>B</i> }		
über <i>K</i> }		
unter <i>B</i> }		
- - - <i>a</i> östlich		
- - - <i>b</i> westlich		

*Inclination* einer horizontal und *B* parallel gestellten Magnetnadel.

An der Ostseite von <i>B</i> Erhebung des <i>n</i> Pols	}	bei Erwärmung von <i>a</i>
- - - <i>K</i> Senkung		
- - Westseite von <i>B</i> Senkung		
- - - <i>K</i> Erhebung		

Entgegengesetzte Inclinationen finden bei Erwärmung von *b* Statt.

26 u. 27. Diese durch Temperaturdifferenz magnetischen Kreise gleichen demnach in ihrem Verhalten gegen die Magnetnadel vollkommen den galvanischen Ketten, es muß also auch die magnetische Thä-

tigkeit in ihnen nach demselben Gesetze vertheilt seyn (S. Denkschrift der K. Akad. von 1820 — 21 § 9. und § 23. a. E.).

Es ist also in Rectangeln wie Fig. 3 und in Ringen wie Fig. 4 ein die Metalle erfüllender und umgebender magnetischer Wirkungskreis um eine mitten durch die Metalle gehende Achse so gestellt, daß  $+m$  und  $-m$  kreisförmige, einander entgegengesetzte Richtungen in jeder auf der Ebene der Metallringe perpendikulär stehenden Durchschnittsebene haben, oder, anders ausgedrückt, jeder in einer solchen Durchschnittsebene vom Mittelpunkt der Metalle ausgehende Radius ist auf der einen Seite  $+m$ , auf der entgegengesetzten Seite  $-m$ , und dies in solcher Folge und Ordnung, daß jedem  $+m$  des einen Radius, ein  $-m$  des zunächst folgenden zugekehrt ist. Die Achsen dieser einfachen magnetischen Atmosphären in den Ketten wie Fig. 4 sind also Kreise.

Da nun alle einander diametral gegenüberstehende Theile der magnetischen Atmosphäre eines solchen Metallringes in einander greifen, und da jedes ursprüngliche  $+m$  und  $-m$  in der *innern Hälfte* des Ringes durch ein zweites  $+m$  und  $-m$ , welcher durch die Thätigkeit am diametral gegenüber liegenden Theile des Ringes gesetzt ist, wegen *gleicher* Richtung beider, eine Verstärkung erhält: jedes  $+m$  und  $-m$  der *äußern Hälfte* des Ringes aber durch das zweite eingreifende  $+m$  und  $-m$ , wegen entgegengesetzter Richtung beider, eine Schwächung erleidet (o. a. Abhandl. § 13.) so bekommt  $+m$  und  $-m$  in der *innern Hälfte* des Ringes ein Uebergewicht über  $+m$  und  $-m$  an der *äußern Hälfte*, d. h. der ganze geschlossene Kreis erhält hiedurch *magnetische* Pole und es wird hiedurch die eine Seite (Grundfläche) des Ringes *n* Pol die andere *s* Pol.

Zur Erläuterung des oben Gesagten füge ich noch Fig. 5 hinzu, wo *A* und *B* zwei einander diametral entgegenstehende Durchschnittsebenen des Ringes von Antimon und Wismuth vorstellen. An *allen* Radien sind  $+m$  und  $-m$ , innerhalb und außerhalb der Metalle, auf die hier angegebene Art vertheilt. In der *innern Hälfte* der Durchschnitte des Ringes, *Ar*, *Br* haben  $+$  und  $-$  gleiche Richtungen; das ursprüngliche  $+$  und  $-$  des Radius *Ar* erhält

durch ein  $+$  und  $-$ , welches der äußeren Atmosphäre von  $B$  angehört, einen Zuwachs, und eben so wird das ursprüngliche  $+$  und  $-$  von  $B$  durch ein von  $+$  und  $-$   $A$  her verflücht. Der magnetische Wirkungskreis von  $B$  reicht aber über  $rA$ , und der von  $A$  über  $rB$  hinaus; jener wird also das ursprüngliche  $-$  und  $+$  von  $A$  bis  $r'$ , dieser das ursprüngliche  $-$  und  $+$  von  $B$  bis  $r'$  schwächen, weil  $-$  und  $+$  an den Radien der äußeren Hälfte des Ringes  $Ar'$  und  $Br'$  eine entgegengesetzte Lage haben von dem  $+$  und  $-$  der in sie eingreifenden Atmosphären von  $B$  und  $A$ . Dasselbe gilt für alle  $Ar$ ,  $Br$ , und  $Ar'$ ,  $Br'$  nahe liegenden Radien, woraus denn hervorgeht, daß  $+$   $m$  und  $-$   $m$  in der inneren Hälfte der Ringe ein *Uebergewicht* haben muß über  $-$   $m$  und  $+$   $m$  in der äußeren Hälfte. Da nun alle übrige auf der Ebene der Ringe perpendicular stehende Durchschnittsebenen sich eben so verhalten, so erhält der Ring dadurch fast stehende Pole, wie sie die Pfeile in der Mitte von Fig. 5 andeuten.

Die Stärke der ursprünglich magnetischen Spannung ist in allen von den Mittelpunkten  $A$  und  $B$  gleich weit abstehenden Punkten als gleich anzusehen. Da aber ein solcher Punkt nicht bloß mit dem in ihm selbst hervortretenden  $\pm m$ , sondern zugleich mit einem ihm von den entgegengesetzten Theilen der Atmosphäre mitgetheilten  $\pm m$  oder  $\mp m$  wirkt, so muß hiedurch, wie leicht einzusehen, die Lage der Achse der magnetischen Atmosphäre im Innern der Metalle verändert, und etwas weiter nach dem äußern Umkreis des Ringes zugerückt erscheinen (o. a. Abhandl. §. 28). Die Stärke der magnetischen Spannung innerhalb des Metalles steht aber überall (d. h. in der ganzen inneren Masse) in *geradem* Verhältnisse zu dem Abstände von der Achse der magnetischen Atmosphäre; *aufserhalb* der Metalle dagegen im *umgekehrten* Verhältnisse zu dem Abstände von jener Achse; die Stärke von  $\pm m$  nimmt also vom Mittelpunkt jeder transversalen Durchschnittsebene an bis zur Oberfläche der Metalle, an allen Radien, in irgend einem, noch auszumittelnden, Verhältnisse zu, und von der Oberfläche der Metalle an, in irgend einem Verhältnisse ab.

Solche durch Temperaturdifferenz magnetische Metallringe werden sich also, schwebend aufgehangen,

eben sowohl gegen die Erdpole richten können, wie jede Magnetnadel, und die durch die Action der galvanischen Ketten magnetisch gewordenen Drahringe *Ampère's*.

28. Hohle Cylinder, ihrer Länge nach aus zwei Metallen zusammengefügt, wirken gewöhnlichen Magnetstäben ähnlicher und stärker als blofse Ringe, wenn sie in der *einen* Berührungslinie durch heiſſe Bolzen von gehöriger Länge oder durch eine Reihe von Lampen erwärmt werden. Ein 8" langer und in Lichten 4" weiter Cylinder von 6''' dickem *Antimon* und 0'''<sub>3</sub> dickem *Kupferblech*, gab eine ruhende Declination der Magnetnadel von 75°, wenn die Bouſſole die Enden des Cylinders berührte, und es wurde in *n* Fig. 6 der *s* Pol der Nadel, in *s* der *n* Pol der Nadel angezogen. Die Pfeile in Fig. 6 bezeichnen die Richtung von  $+m$  und  $-m$  in der magnetischen Atmosphäre des Cylinders, und die Nadel *sn* zeigt die Declination auſſen in der Mitte des Cylinders an. Aus dieſem allen iſt zu erſehen, daſs der magnetiſche Cylinder den gewöhnlichen Magnetſtäben in der äufseren Wirkung auf die Declinationsbouſſole ganz gleich iſt. Antimon und Kupfer waren in dem Apparate Fig. 6 durch Schmelzung mit einander verbunden.

29. Das magnetiſche Verhalten der reineren Metalle ſcheint feſt und unveränderlich zu ſeyn und nur durch Zumiſchung anderer Metalle verändert zu werden, doch auch dieſs nicht in allen Fällen. Eine Kette, in welcher *Kupfer* mit flieſsendem *Wismuth* verbunden iſt, erhält dieſelbe magnetiſche Polarität, wie bei der Berührung mit der Hand, nur eine ſtärkere. Die ruhende Declination einer Magnetnadel *ns*



in dem Apparate Fig. 7, wo Wismuth in einem kleinen kupfernen Kessel in Flusse erhalten wurde, betrug nach Schließung mit einer Wismuthstange, die an dem Kupferblechstreifen *K* befestigt war,  $60^{\circ}$  östlich. Bei der Erwärmung durch die Hand war sie  $5 - 6^{\circ}$  östlich gewesen. Eben so zeigten Bogen von Kupfer, verbunden mit fließenden *Zinn*, *Blei*, *Zink*, *Antimon*, *Messing* und *Silber*; desgleichen Bogen von *Blei* mit fließendem *Zinn* oder umgekehrt *Zinn*bogen mit fließendem *Blei*, auch Bogen von reinem *Golde* mit fließendem *Silber* oder *Kupfer* — unverändert dieselbe Art von Polarität, welche diese Ketten in niederer Temperatur gezeigt hatten, nur war die Stärke derselben der jederzeit angewandten Hitze und der dadurch bewirkten Temperaturdifferenz proportional. Das im Tiegel geschmolzene Metall wurde entweder mit den Enden eines aus den beiden zu untersuchenden Metallen zusammengesetzten Bügels in Berührung gebracht, oder es wurde das eine Ende eines *einfachen* Metallbogens früher, und das andere später in das zweite fließende Metall gebracht. Die Wirkung ist, wie es seyn muß, in beiden Fällen derselben Art, nur im ersten Falle stärker. Dabei kann ein beträchtlicher Theil beider Metalle flüssig werden, ohne daß die Wirkung der Kette aufhört, mit steigender Temperatur zuzunehmen, worüber im Originale p. 18 die näheren Umstände enthalten sind. Ketten, die nach der ersten Methode construirt waren, gaben unter andern folgende Declinationen der Magnetenadel.

Fließendes <i>Wismuth</i> mit <i>Kupfer</i>	$60^{\circ}$	} ruhende Declination
- <i>Zinn</i>	- <i>Kupfer</i> $12^{\circ}$	
- <i>Zink</i>	- <i>Kupfer</i> $25^{\circ}$	

Fließendes Silber mit Kupfer 50° — 60°	} erste Schwingung der Nadel.
- Messing - Kupfer 80°	
- Antimon - Kupfer 90°	

30 — 32. Das Verfahren, welches bei Untersuchung des magnetischen Verhaltens zweier Metalle gegeneinander am häufigsten angewandt wurde, war folgendes. Die Metalle wurden wie in Fig. 1 und 2 mit einander verbunden, und unter den Metallbogen bei *b* eine heiße Scheibe gelegt, entweder von demselben Metalle, wie das, was untersucht wurde und die Stelle von *A* und *B* vertrat, oder, wo dies nicht geschehen konnte, eine von oxydirtem Kupfer. Das letztere Verfahren ist das sicherste, vor allem wenn man kleine Metallkörner zu untersuchen hat; nur darf die Kupferscheibe nie das zwischen den Bogen stehende Metall berühren.

Durch eine große Anzahl solcher Versuche ergab sich, daß die Metalle eine besondere *magnetische* Reihe bilden, die mit keiner der bekannten, aus andern Eigenschaften der Metalle abgeleiteten Reihe übereinstimmt. Jedes Metall dieser Reihe bewirkt, wenn es in die Fig. 1 und 2 angegebene Lage gebracht und in *b* erwärmt wird, mit jedem in der Reihe über ihm stehenden (hier nun an die Stelle von *B* und *A*, Fig. 1 und 2 tretenden) Metalle eine *östliche* Declination und mit jedem der in der Reihe unter ihm stehenden eine *westliche* Declination der im Innern des Kreises schwebenden Magnetnadel \*).

\*) Das Original enthält über die Declinationen, wie sie durch je zwei verschiedene Metalle, unter den obigen Bedingungen, hervorgebracht werden, eine ausführliche Tabelle, welche zur Raumerparung hier weggelassen ist. Bei richtiger Einsicht in die oben stehende Reihe kann man auch alle einzelnen Resultate wieder aus derselben ableiten. Diese Reihe enthält übrigens die Resultate aller vom Verfasser bis zum 11 Febr. 1822 angestellten Versuche, und außerdem noch einige spätere, die zur Unterscheidung von den übrigen mit \* bezeichnet sind. (P.)

*Oestlich.*

1. Wismuth, a) wie es hier im Handel vorkommt, enthält etwas Eisen und Schwefel.  
b) aus reinem Oxyd von Hrn. H. Rose reducirt.
2. Nickel, a) vom verstorb. Richter dargestellt.  
b) von Hrn. Frick aus reinem Oxyde hergestellt.
5. Kobalt, a) von Hrn. Hermbstädt, nicht ganz frei von Eisen.  
b) von Hrn. Bergmann } Die letzteren beide etwas  
\*c) von Hrn. Barruel } stärker als das erstere mit  
Kupfer No. 1. wirkend.
4. Palladium, a) von Hrn. Wollaston.  
\*b) von Hrn. Barruel.
5. Platina No. 1. a) reine, mehrere Stücke von Hrn. Bergemann, Frick, Jeanetty, Wollaston gereinigt,  
b) ein Tiegel aus Klaproth's Laboratorium.
6. Uran, von Hrn. Bergemann, Eisen enthaltend.
7. Kupfer No. o. \*zwei zu verschiedenen Zeiten von Hrn. Bergemann aus reinem Oxyd mit schwarzem Fluß reducirt Körner.
8. Mangan\*, a) reducirt von Hrn. Poggendorff.  
b) von Hrn. Barruel.
9. Titan\*, aus Eisenschlacken von der Königshütte in Oberschlesien ausgeschieden, von Hrn. Karsten.
10. Messing No. 1.
11. Gold No. 1. eine Stange von ungrischem Ducatengolde, nach Hrn. H. Rose, 90,00 Gold, 0,66 Silber und 0,34 Kupfer und Eisen enthaltend.
12. Kupfer No. 1. a) hier im Handel vorkommend, enthält nach Hrn. H. Rose weder Silber, Eisen, Blei noch Schwefel.

- \*b) geschmolzenes von Neustadt-Eberswalde.
  - a) welches die Hammergare hatte.
  - β) welches noch nicht hammergar war.
  - γ) welches über die Hammergare hinausgetrieben war.
- 13. Messing No. 2.
- 14. Platina No. 2. ein kleines geschmiedetes Stück, unbekannten Ursprungs.
- 15. Quecksilber, vom reinsten im Handel vorkommenden.
- 16. Blei, a) käufliches.
  - b) reines von Hrn. Karsten.
- 17. Zinn, a) englisches.
  - b) böhmisches.
- 18. Platina No. 3. eine Stange 18 $\frac{1}{2}$  von Jeanetty erstanden.
- 19. Chrom. ein kleines von Hrn. Bergemann reducirtes Korn, von stahlgrauer Härte.
- 20. Molybdän\*, von Hrn. Barruel.
- 21. Kupfer No. 2. hier im Handel vorkommend, enthält nach Hrn. H. Rose gleichfalls weder Silber, Eisen, Blei noch Schwefel.
- 22. Rhodium, a) von Hrn. Wollaston.
  - \*b) von Hrn. Barruel.
- 23. Iridium\*, von Hrn. Barruel.
- 24. Gold No. 2. a) durch Antimon gereinigtes aus der Fabrik der Hrn. Hensel und Schumann.
  - \*b) aus dem Oxyd reducirt von Hrn. Frick.
- 25. Silber, a) Kapellen-Silber in Stangen,
  - b) aus salzsaurem Silber reducirt von Hrn. Hermbstädt.
- 26. Zink, a) schlesisches, wie es in Handel gebracht wird,
  - \*b) gereinigtes von Hrn. Bergemann; gab mit den meisten Metallen eine stärkere Wirkung, als das erstere.

27. Kupfer No. 3. Cämentkupfer, a) sowohl mit Eisen als  
b) mit Zink aus Kupfervitriol reducirt.
28. Wolfram\*, aus reinem Oxyd mit Kohle reducirt von Hrn.  
Poggendorff.
29. Platina No. 4. a) der Deckel von dem oben angeführten  
Platinatiegel,  
b) ein Löffel, c) ein Spatel.
30. Cadmium, a) von Hrn. Bergemann,  
b) von Hrn. Stromeyer.
31. Stahl, mehrere Stücke englischen und deutschen Guß- und  
Cämentstahls.
32. Eisen, a) von dem Besten hier im Handel vorkommenden  
Stangen und Blechen.  
\*b) chemisch reines Eisen von Berzelius.
33. Arsenik, sublimirtes, ganz reines.
34. Antimon, a) wie es im Handel vorkommt.  
\*b) reines von Hrn. Bergemann und  
\*c) von Hrn. H. Rose, Letzteres war wirkfamer  
als das käufliche.
35. Tellur, ein Korn, von Hrn. Bergemann aus dem Oxyd  
reducirt.

### *Westlich.*

Die Ortsbestimmungen der Metalle in dieser Reihe gründen sich auf vielfach wiederholte Versuche und können für die ersten Grade der Temperaturdifferenz als sicher und unveränderlich angesehen werden, gelten auch für die meisten Metallcombinationen bei sehr beträchtlichen Temperaturdifferenzen der Berührungspunkte. Ausnahme machen einige nahe stehende Metalle wie z. B. Kobalt gegen Palladium, Quecksilber gegen Platina 2, Chrom gegen Zinn, ferner die Stellen von Kupfer 3, Platina 4, und Cadmium in Bezug auf einander. Von den meisten dieser Metalle besaß der

Hr. Verf. nur kleine Körner und daher konnte ihr Verhalten gegen einander nicht auf die gewöhnliche Weise untersucht werden. Sie wurden also vorläufig nach der größeren oder geringeren Stärke ihrer Wirkung mit anderen ihnen nahe stehenden Metallen geordnet, und dabei denen, welche in der Verbindung mit mehreren in der Mitte der Reihe stehenden Metallen die stärkste Wirkung zeigten, eine Stelle näher nach den Enden der Reihe angewiesen. So wurden *Kobalt* über *Palladium* gesetzt, weil jenes in der Verbindung mit *Kupfer* 1 und *Gold* 1 stärker auf die Magnetnadel wirkte als dieses. Und wegen eines gleichen Verhaltens von *Kupfer* 3, *Platina* 4 und *Cadmium* gegen *Silber* und *Zink* wurden jene drei Metalle in der angegebenen Ordnung unter *Zink* gestellt. Später angestellte Versuche mit Streifen von *Palladium* und *Cadmium* bestätigten es, daß die dem *Kobalt*, so wie dem *Kupfer* 3 und *Platin* 4 in der vorhergehenden Tafel angewiesenen Stellen ihnen auch nach ihrer magnetischen Polarisation in der unmittelbaren Verbindung mit den erstgenannten beiden Metallen zukommen.

Werden zwei mit einander verbundene Metalle mit ihrem *n* Pol nach Norden gerichtet, so steht, wenn der warme Berührungspunkt sich *unten* befindet, das in dieser magnetischen Reihe höherstehende Metall im *Osten*, das in der Reihe tiefer stehende im *Westen* und in dieser Beziehung wird also *Wismuth* das östliche und *Tellur* (so wie nächst diesem *Antimon*) das westliche Metall der magnetischen Reihe zu nennen seyn.

(Fortsetzung folgt.)

## II.

### *Neue Beiträge zur Kenntniß der Feuermeteore und der herabgefallenen Massen;*

von

E. F. F. CHLADNI.

Fünfte Lieferung.

(Die erste Lieferung findet sich in B. 68, St. 4, Jahrg. 1821, St. 8, S. 329; die zweite B. 71, St. 4, J. 1822, St. 8, S. 339; die dritte B. 75, St. 3, J. 1823, St. 11, S. 229; und die vierte B. 78, St. 2, J. 1824, St. 10, S. 151.)

I. Nachträge zu den Verzeichnissen herabgefallener Massen.

? In *Hortleder vom deutschen Kriege Carls des V.* Gotha 1648, fol. B. III. Cap. 31, in einer aus dem Italienischen übersetzten Beschreibung dieses Krieges von Hieronymus Faletus, welche zu Venedig 1552 erschienen, findet sich S. 712 folgende Bemerkung bei Erwähnung eines niedergefallenen Meteors: „welches „auch vor Zeiten den Athenienfern begegnet, ehe sie „ihr Reich verloren. Denn wie ihnen ein Feuer in „der Luft in blutiger Farbe erschien, auch ein großer „Stein vom Himmel herab in ihre Stadt fiel, wurden „sie von den Römern sehr heftig belagert, und endlich unter ihr Joch gebracht.“ Wenn ein solcher Meteorsteinfall in Athen Statt gefunden hat, so müßte es um das 2te Jahr der 173sten Olympiade, oder ungefähr 87 Jahre vor unsrer Zeitrechnung geschehen seyn. Nun kann ich aber in Dio Cassius, in Plutarchs Sulla, und andern von mir nachgesehenen ältern Geschichtschreibern nichts davon finden; wer also die

erste Quelle dieser Nachricht auffinden kann, wird wohl thun, wenn er sie anzeigt.

Nach Dio Cassius, *Hist. Rom.* lib. XL. cap. 43, ist unter dem Consulat von Cnejus Calvinus und Marcus Messala, im 701sten Jahre nach der Erbauung von Rom, also etwa 51 Jahre vor unserer Zeitrechnung, eine Feuerkugel von S nach O gezogen, und es sind Steine, Erde und eine dem Blute ähnliche Substanz niedergefallen, (πολλοὶ δὲ καὶ βῶλοι, λίθοι τε καὶ ὄστρακα καὶ αἷμα διὰ τοῦ αἵρος ἤνέχθη). Dieses könnte vielleicht identisch seyn mit dem in meinem Buche S. 179 schon erwähnten Ereigniffe, wo, nach Plinius, *Hist. nat.* II. 57, und nach Julius Obsequens unter dem Consulat des L. Paulus und C. Marcellus Steine herabgefallen sind, an denen man Wirkungen des Feuers bemerkt hat (lateribus coctis pluit) während Annius Milo über eine Rechtsfache sprach. Der Unterschied in der gemeldeten Zeit kann etwa ein Jahr betragen, wo vielleicht eine Nachricht nicht genau genug aufgezeichnet seyn mag.

Im Jahre 820 nach C. G. war ein Meteorsteinfall (wobei der Hagel, wie mehrmals, vielleicht ein Zusatz des Chronikenschreibers mag gewesen seyn), nach *Ann. Franc. Fuldens.*, wo gesagt ist: Cum ipsa grandine lapides ingentis ponderis decidere sunt visi. Auch Fauchet (vermuthlich in seinen *antiquités et histoires françaises et gauloises*) sagt, es wären de vraies pierres bien grosses et pesantes gefallen. Aus Fr. Schnurrer's *Chronik der Seuchen* \*), Tübingen 1823. 8. B. 1. S. 173.

\*) Das Buch ist meines Erachtens sehr lehrreich, es sind auch



1057 fielen unter einem Hagel (?) Meteorsteine von beträchtlicher Gröfse. *Add. ad Hermann. Contract.* (Dieses Ereigniß, und die 7 folgenden entlehne ich aus Schnurrer's *angef. Buche*. Die ersten Quellen selbst nachzusehen, wie ich sonst immer zu thun pflege, habe ich jetzt keine Gelegenheit.)

1095, den 4. April, in Frankreich mit einem Feuermeteore eine glühende Masse, durch welche, als man Wasser darauf goß, es mit Zischen in Dampf verwandelt ward, wie auch in der Dämmerung viele Sternschnuppen in verschiedenen Gegenden. Sigebl. Gemblac. sagt; In multa terrarum parte pridie Non. Aprilis circa diluculum stellae complures de coelo in terram cecidisse visae sunt, inter quas unam maximam cum quidam in Francia stuperet, et notato loco, ubi labi visa est, cum aquam ibi fudisset, fumus cum fervoris sono inde exiret, magis stupuit.

? 1189, wahrscheinlich ein Feuermeteor mit Niederfalle, (schwarze Vögel, die glühende Kohlen hielten, und auf die Häuser fallen ließen.) *Onsorg. Chron. Bav.*

? 1191, wieder eben so. *Cnes. Annal.*

1222, Blutregen in Italien, zu Rom sah man einen Tag und eine Nacht rothe Erde zu Boden fallen. *Godofr. Anon. Leob. Chron.*

? 1226, wieder Vögel mit glühenden Steinen in Schnäbeln und Krallen, wahrscheinlich ein Feuermeteor mit Steinfalle. *Wolfii lect. mem. Cent. XIII.*

die Quellen gut benutzt, nur kann ich bei vielen erwähnten Naturbegebenheiten nicht glauben, daß die Seuchen, welche ungefähr um dieselbe Zeit Statt fanden, damit sollten in Beziehung gestanden haben. *Chl.*

Ueber diese Vögel wird hernach unter No. IV. noch Einiges gesagt werden.

? In der ersten Hälfte des 13ten Jahrhunderts soll sich am 5. Mai mit Ungewitter bei Suhl ein Niederfall einer dem Fleische oder Fette ähnlichen Substanz ereignet haben, und zwar auf dem Hofe und der Scheune eines Bauern, in großen Stücken, welche hernach theils von Hunden und Vögeln weggeschleppt worden, theils durch die Hitze der Sonne geschmolzen sind. In den *Addit. in Lamberti Schafnaburg. Chron.* wird gesagt: III. Non. Maji orta tempestate apud sylvam Loibin in villa Sule dicta, super cujusdam rustici solius horreum et curiam pluebat Dominus, non ut filiis Israel in deserto, sicut pulverem carnem, sed grossa carnum frusta in modum interioris pinguedinis. Quarum partem dum volucres et canes deportassent, reliquae circa vesperam solis ardore veluti glacies liquefactae sunt. (Aus Schnurrer's *angef. Buche*, I. S. 35). Die Begebenheit ist der von mir schon erwähnten, ungefähr 459 Jahre vor unserer Zeitrechnung geschehenen, ähnlich, von welcher Livius, III. 10, sagt: Inter alia prodigia et carnem pluit, quem imbrem ingens numerus avium intervolutando rapuisse fertur; quod intercidit, ita jacuisse per aliquot dies, ut nihil odor mutaret. Was für eine Substanz das möge gewesen seyn, darüber wird sich wohl nicht eher bestimmt urtheilen lassen, als bis vielleicht einmal in künftigen Zeiten sich etwas Aehnliches ereignet und genauer untersucht wird.

1333, Blutregen in China zu Pien-tschen und Leang-tschen, nachher eine Substanz wie Federn im Bezirk von Tchang-te-fou. (Schnurrer im *angef.*

*Buchs*, I. 315. Aus welcher Quelle die Nachricht genommen sey, ist nicht angegeben.)

(Wahrscheinlich mag sich auf dasselbe Ereigniß eine vom Freihrn. von Zach in seiner *Correspond. astron.* Vol. XII. cah. 1. p. 110 erwähnte fabelhafte Sage der Chinesen beziehen, nach welcher sie die Pest, welche dort im Jahre 1334 unter der Regierung des Kaisers Thouhan-Temur, den sie Schun-ti nennen, 15 Millionen Menschen soll weggerafft haben, und welche von da soll nach Europa gekommen seyn, wo sie auch sehr gewüthet hat, einem niedergefallenen Meteor zugeschrieben haben. Sie sagen, man habe einige Stunden lang (?) am Himmel eine vielfarbige Kugel gesehen, die bei ihrem Niederfallen auf die Erde viel Gestank verbreitet habe, wodurch die Pest sey verursacht worden. Dieser Dunst sey wieder in die Höhe gestiegen, und darauf sey viel giftiges Gewürm niedergefallen (!) Es wird dabei bemerkt, Mezeray erzähle fast dasselbe. Nun finde ich aber in dem *Abrégé chronologique ou extrait de l'histoire de France*, par Mezeray, tome II. p. 107, wo von dieser Pest die Rede ist, nichts von einer am Himmel gesehenen Erscheinung, es wird vielmehr gesagt, die Pest habe in China angefangen mit einem feurigen Dunst, der aus der Erde gekommen sey und mehr als 200 französische Meilen (lieues) Land, bis auf Bäume und Steine (!), verwüthet und die Luft so verdorben habe, daß viel giftiges Gewürm niedergefallen sey. Es ist Schade, daß das von Abel - Rémusat im *Journal de Physique*, tome LXXXVIII. Mai 1819, p. 348 bis 363 gegebene Verzeichniß chinesischer Meteorsteinfälle und merkwürdiger Feuermeteore von Ma-tnan-lin nicht

bis dahin, sondern nur bis zum Jahre 1221 reicht, um welche Zeit Ma-tuan-lin schrieb, und daß die späterhin veranstaltete Fortsetzung dieses recht guten Verzeichnisses nicht hat können von Abel-Rémusat mitgetheilt werden, weil sie in der königlichen Bibliothek zu Paris nicht vorhanden ist.)

(Zwei ältere, von mir noch nicht erwähnte Nachrichten von Stein- und Eisenniederfällen, bei denen aber Zeit und Ort nicht angegeben sind, finden sich in Becher's *chemischem Laboratorium*, Frankfurt 1680, in der Zugabe, *experimenta chymica nova*, S. 65 f. und in der spätern lateinischen Ausgabe von Stahl, unter dem Titel: *Physica subterranea*, Lips. 1703, S. 602, und sind von Hrn. Oberberggrath und Professor Nöggerath im *Journal für Chemie von Schweigger, Neue Reihe*, B. 14, H. 3. S. 358 mitgetheilt. Nach Becher's Anführung schreibt Petermann Elterlein, im Lateinischen Elterlinus genannt, in seiner *schweizerischen Chronik*, „es sey in einem grossen Ungewitter mit Abfallung vieler Steine eine grosse Last Eisen vom Himmel gefallen, 16 Schuh lang „(!?), 15 breit (!?) und 2 dick; das Gewicht werde „auf 48000 Pfund geschätzt.“ Diese Schätzung würde aber, wenn die angegebenen Dimensionen richtig wären, viel zu gering seyn, und eine solche Masse würde die grössten bekanntgewordenen Massen in Süd-Amerika an Grösse und Schwere übertreffen, ausser etwa die von Bougainville gefundene, welche auf 100000 Pfund schwer seyn soll, und der von Abel-Rémusat im *Journal de Physique*, Mai 1819, erwähnte Fels *Khadasoutsilao* im östlichen Asien, welcher auf 40 Fuß hoch, und der dortigen Sage nach auch vom

Himmel soll gefallen seyn. Ferner schreibt, nach Becher's Anführung, Paulus Merula in seiner *Cosmographia*, es wären 6 eiserne Beile vom Himmel gefallen. Vielleicht Stein- oder Eisenmassen, welchen die Einbildungskraft eine solche Gestalt verliehen hat, oder ausgegrabene Streitäxte, die man sonst aus Unwissenheit öfters für Donnerkeile gehalten hat. Die angeführten Bücher von Elterlein und von Merula hätte ich gern selbst nachgesehen, konnte ihrer aber nicht habhaft werden.)

1792, den 27, 28 und 29 August, fiel drei Tage lang ohne Unterbrechung Staub in der Gegend von *La Paz in Peru*, nach einem im *Mercurio Peruano* Tom. VI. vom 7. December 1792 mitgetheilten Berichte von Don Nolano Crespo an die Sociedad academica de Amantes del Pais in Lima. Der Staub war aschenartig, ohne etwas Bituminöses, ohne salzigen Geschmack, und ohne Geruch, nicht schwefelartig, einem caput mortuum ähnlich. Man war geneigt, es einem Vulkan zuzuschreiben, es liefs sich aber keiner auffinden, von dem es könnte hergekommen seyn. Verschiedene haben 1 bis 9 Knalle gehört, Manche auch anderes Getöse, und wollen auch den Himmel erleuchtet gesehen haben. Bei Einigen hat es Fieber und Kopfschmerzen verursacht,

1824, den 15. Januar, zwischen 9 und 10 Uhr Abends, Niederfall einiger Steine bei *Renazzo* oder *Arenazzo*, 4 ital. Meilen von der Stadt Cento in der Provinz von Ferrara, mit Lichterscheinung und Getöse. Dieser Meteorsteinfall ist, einigen Zeitungsnachrichten zufolge, schon von mir in der 4ten Lieferung in *Annal. B. 78, S. 155* ohne genauere Angabe der Zeit

erwähnt. Genauere Nachrichten von Francesco Orioli, Professor der Physik in Bologna, finden sich in der *Nuova Collezione di opuscoli scientifici di Bologna, da G. B. Bruni, Fr. Cardinali, Fr. Orioli, Fr. e Raf. Tognetti, 1824, Quaderno III. p. 151*, und ich habe das Wesentlichste davon schon in diesen *Annalen* B. LXXXI. S. 122 mitgetheilt.

1824, den 25. August, fiel zu *Mendoza* (am Plataflusse, am Wege von Buenos - Aires nach Lima) aus einer schwarzen Wolke ein feiner Staubregen, womit die ganze Stadt bedeckt ward. Vierzig (spanische) Meilen von der Stadt entlud sich die Wolke abermals. Aus der Zeitung von Buenos - Aires (vermuthlich dem *Argus*) vom 1. November 1824 gemeldet im *Hamburger Correspondenten*, No. 27. und in der *Börsenhal-*  
*lenliste* vom 29. Januar 1825.

1824, den 14. October, nach 8 Uhr Morgens, war ein Meteorsteinfall in *Böhmen*, im *Berauner Kreise* in der Gegend von *Zebrak*, wovon mein sehr verehrter Freund, Herr K. A. Neumann, k. k. Gubernialrath und Commerzrath (durch welchen wir auch die Elbogner Eisenmasse zuerst haben kennen gelernt, und welcher auch bei den an Ort und Stelle geschehenen Untersuchungen zugegen war), genaue Nachrichten in einem besonders gedruckten Blatte am 30. October 1824 hat bekannt gemacht, mit welchen auch das, was in der *Berliner Haude - und Spener-*  
*schen Zeitung*, 1825, No. 7. vom 10. Januar, und was vom Herrn Prof. Hallaschka in *Schumacher's astronomischen Nachrichten*, No. 70. davon gemeldet wird, im Wesentlichen übereinstimmt. Bei heiterem, nicht sehr bewölktem Himmel wurden Mehrere

durch 2 heftige und 2 schwächere Knalle, und nachherfolgendes Saufen und Pfeifen in der Luft, in Schrecken gesetzt; Andere, die entfernter waren, hörten nur 2 starke, von Saufen und Pfeifen begleitete Knalle. Anfangs glaubte man, es sey eine Pulvermühle in die Luft geflogen; als man aber hernach durch den Horowitzzer Ober-Amtmann Böhm Nachricht von einem Meteorsteinfalle erhalten hatte, veranstaltete das k. k. Landespräsidium die nähere Untersuchung der Umstände und die Ankaufung der Steine für das böhmische Nationalmuseum. Von einem Feuermeteore ist (vermuthlich wegen Helligkeit des Tages und weil, wenn man erst durch das Getöse aufmerksam gemacht wird, die Feuererscheinung gewöhnlich schon aufgehört hat) nichts weiter bemerkt worden, außer daß Einer an der Stelle, wo ein Stein gefunden ward, hat mit einem Knalle Feuer zur Erde fallen sehen. Der Finder des Steines, Franz Kolbe, Bürger und Tuchmachermeister in Zebraz, versichert, nebst seinem Sohne Carl, nur zwei zusammenpassende, im Ganzen 107 Loth Wiener Gewicht wiegende Stücke eines Steines, jedoch nicht beisammen, sondern über 150 Schritte von einander entfernt, auf einem von Zebraz nach dem Dorfe Praskoles führenden Fußsteige gefunden zu haben; der zum Ganzen fehlende Theil, welcher beiläufig 20 Loth wiegen dürfte, war noch nicht gefunden worden. Nach der äußern Beschaffenheit findet Herr Gubernialrath Neumann diesen Stein den 1796 bei Belaja-Zerkwa in Rußland (welchen ich noch nicht gesehen habe), 1803 bei Lissa in Böhmen, und 1812 bei Toulouse gefallen, bei Vergleichung von Exemplaren, am meisten ähnlich.

Beide gefundenen Stücke sind im Böhmischen Nationalmuseum zu Prag aufbewahrt. Aus den eingezogenen Nachrichten war zu schliessen, daß die Richtung dieser Erscheinung von NW nach SO gegangen sey. In *Kastner's Archiv für Naturkunde*, B. 5. H. 4. S. 417 theilt Herr von Martius auch einige in der öffentlichen Sitzung der königl. Baierischen Akademie der Wissenschaften vorgelesene Nachrichten nebst einer Analyse mit. Er zweifelt daran, daß 2 unganze Stücke 150 Schritt von einander entfernt wären gefunden worden, weil sich an dem Steine mehrere Spuren zeigen sollen, daß er weich gewesen, und späterhin zer schlagen sey. Die Analyse gab 20,30 nickelhaltiges Eisen; 18,82 Schwefeleisen; 60,70 erdige Theile, welche in Kieseelerde, Thonerde, Magnesia, Eisenprot oxyd und Wasser zerlegt wurden.

? Ob der Hagel mit darin befindlich gewesenem Kry stallen von Schwefeleisen, 1824, den 20. October bei *Sterlitamansk* im *Gouvernement von Orenburg*, von welchem ein Bericht vom Herrn Doctor von Eversmann, den Herr Prof. John mitgetheilt hat, sich in diesen *Annalen* B. 76. S. 340, und in *Kastner's Archiv für Naturkunde*, B. 4. H. 2. S. 196 findet, ganz unter dieselbe Kategorie gehöre, wie Meteorstein fälle, oder ob es eine bloß atmosphärische Concretion sey (wie man denn schon einigemal bei Gewittern etwas von Schwefelabsetzung bemerkt haben will), möchte wohl noch vorjetzt schwer zu entscheiden seyn. Die Kry stallen, von denen Herr Professor John einen besitzt, bestehen aus meistens sehr flachen, doppelt vierseitigen Pyramiden, und stellen also stumpfe Octaëder dar. Einer, den Herr Prof. John mir zukom-



men zu lassen die Gefälligkeit hatte, scheint mehr auf eine sehr flache sechsseitige Pyramide hinzudeuten, welches sich indessen nicht mit Genauigkeit bestimmen läßt, da ein Stück abgebrochen ist.

1824, den 17. December gegen 6½ Uhr Abends ist allem Ansehen nach zu *Neuhaus in Böhmen* eine brennende, harzige oder klebrige Masse mit einem (unter No. III. weiter zu erwähnenden) Feuermeteor niedergefallen, weil ein Theil des Meteors eine Vierteltunde lang brennend am Kirchthurme verweilt hat. Das Ereigniß scheint denen am 15. December 1586 bei Verden, am 6. Februar 1678 zu Frankfurt am Main, am 9. März 1796 in der Lausitz, und am 8. März 1813 zu Brünn am meisten ähnlich gewesen zu seyn.

(Der in den Zeitungen gemeldete sogenannte Steinregen am 5. Juli 1825 zu *Torresilla de carneros* in Spanien, in Stücken 4 bis 16 Loth schwer, scheint, so lange keine andern Nachrichten etwas Genaueres lehren, nichts anderes als Hagel gewesen zu seyn, wie denn solche Mißverständnisse in Chroniken und auch sonst, schon oft Statt gefunden haben. So werden auch in England große Hagelstücke *hailstones*, und im Holländischen *hagelsteen* genannt, indem Mancher bei dem Worte: Stein, sich nicht immer eine harte erdige Masse, sondern überhaupt einen harten Klumpen denkt. In einigen Gegenden von Süd-Deutschland werden Hagelstücke sogar bisweilen *Kiesel* genannt, und wenn es sehr gehagelt hat, wird gesagt: es hat *gekiesel*.)

(Eben so, wenn in Zeitungen, unter andern in der *Berliner Haude- und Spenerschen Zeitung*, 1825, No. 234, gemeldet wird, daß 1825 den 28. Juli un-

weit *Cherson*, im Dorfe *Chiroky*, während eines starken Hagels einige Luftsteine, 7 Pfund schwer, sollen gefallen seyn, muß man, ehe das Ereigniß unter die Meteorsteinfälle gerechnet werden kann, auch erst genauere Nachrichten abwarten, da es ebenfowohl, wie auch sonst bisweilen geschehen, außerordentlich große Hagelstücke können gewesen seyn.)

1825, den 16. Januar, Abends, ereignete sich ein Meteorsteinfall bei dem Lager *Oriang* in *Malwate* (im westlichen Theile von Hindostan), nach einem im *Asiatical Journal*, Oct. 1825, p. 486 aus der *India Gazette* mitgetheilten Berichte, dessen Verfasser aber keine Kenntniß von Meteorsteinen gehabt zu haben scheint. Er meldet der Asiatischen Gesellschaft Folgendes vom 17. Januar 1825: „Als ich gestern Abends „auf meinem Elephanten ritt, erstaunte ich, als ich „am Himmel aufwärts sah, und in beträchtlicher Entfernung in der Luft einen großen Feuerball bemerkte, ungefähr von der Größe einer 18pfündigen Kugel mit einem flammenden Schweife, eine Elle lang, (womit eigentlich nichts gesagt ist, weil man nicht wissen kann, in welcher Entfernung oder unter welchem Winkel sich der Erzähler die 18pfündige Kugel oder das Maas einer Elle denkt), „welche mit einer wunderbaren Geschwindigkeit zur Erde niederging. „Ungefähr eine halbe Minute nach der ersten Wahrnehmung des Meteors berührte es die Erde, rollte auf „mich zu, und zerprang ungefähr 300 Ellen (yards) „von meinem Elephanten. Das Thier floh aus Furcht „vor dieser schrecklichen Explosion, und warf mich „auf den Weg heftig nieder. Als ich wieder zur Besinnung gekommen war, fand ich von der Stelle an,

„wo das Meteor die Erde berührt hatte, bis zu der, „wo die Zerplatzung geschehen war, das Gras verbrannt, und an der letztern Stelle mehrere Stücke „von thonartigem Gestein mit metallischer Consistenz (clay of a metallic consistency, vermuthlich Meteorsteine, wie gewöhnlich, weißlich mit metallischen Adern), „manche rund, manche viereckig, und viele „andere verschieden gestaltete, die rothe, blaue und „gelbe Streifen zeigten (vermuthlich, weil die metallischen Theile mochten taubenhalfig angelaufen seyn), „und verschiedene Farben längs der Körner. Es ereigneten sich dabei einige Unglücksfälle; eine alte „Frau ward am rechten Arme schwer verwundet, ein „Trommelschläger, der die Reitraite schlug (*tattoo*), „ward auf der Stelle getödtet, und ein unglücklicher „„*guddah*“ (welches vielleicht einen Esel oder ein Pferd bedeuten mag) verlor die Ohren und den „Schweif durch Stücke, die ihn getroffen hatten. Fast „alle Stücke waren glühend heiß, und ich mußte kaltes „Wasser darauf gießen, ehe ich sie untersuchen konnte.“

1825, den 10. Februar gegen Mittag, fiel zu *Nanajemoy* in *Maryland* ein 16 Pfund schwerer Meteorstein, wovon der Doctor Sam. Carver im letztern Stücke des *American Journal* Nachricht gegeben hat. Man hörte dabei ein Pfeifen, wie wenn der Wind durch eine kleine Oeffnung dringt. Die Bewegung des Meteorsteines war von NW nach SO, dem Flusse *Potowmak* parallel. *Bulletin universel p. Ferussac*, Nov. 1825, p. 312, wo es aus dem *Boston Journal*, Aug. 1825, p. 604 entlehnt ist.

## II. Weitere Nachrichten von meteorischen Gediogeneisenmassen.

Die bei *Bitburg*, nicht weit von Trier gefundene;

etwa 3300 bis 3400 Pfund schwere Eisenmasse, von welcher ich die erste Nachricht der gefälligen Mittheilung des Herrn Ober-Bergraths und Professors Nöggerath verdanke, und welche aus Unkünde war eingeschmolzen worden, hatte ich in meinem Buche S. 353 u. 354 nur als problematisch erwähnt. Als nun aus dem *American mineralogical Journal* zu ersehen war, daß der Oberste Gibbs das mitgenommene Stück anderem Meteoreisen ähnlich, und auch bei der Analyse Nickel darin gefunden hatte, weshalb sie also füglich als meteorisch angesehen werden konnte, hat Hr. Ober-Bergrath Nöggerath die Sache an Ort und Stelle genauer untersucht, und die Kuchen dieser Masse, welche man, weil sie zur Verarbeitung nichts taugten, eingegraben hatte, wieder ausgraben lassen, und die Gefälligkeit gehabt, mir und noch einigen Andern einen von diesen Kuchen zu übersenden. Hr. Prof. Bischoff in Bonn und Hr. Geh. Ob. Bergrath Karsten in Berlin haben auch Nickel darin gefunden. Das Gefüge ist durch das Einschmelzen ganz zerstört, so daß auch keine Widmanstädtischen Figuren bei der Ätzung sichtbar sind, oder seyn können. Weitere Nachrichten von der Beschaffenheit und von der Geschichte dieser Masse finden sich in *Schweigger's Journal für Chemie. Neue Reihe*, B. 15. H. 1. S. 1, 20 u. 25, in *Kastner's Archiv für Naturkunde*, B. III. H. 2. S. 194 u. 249 u. B. IV. H. 2. S. 258, wie auch in dies. *Annalen*, B. 78. S. 224.

In *Louisiana*, nicht weit vom rothen Flusse, sind außer der nach New-York gebrachten Masse, von welcher ich in meinem Buche S. 344, und hernach in diesen *Annalen* B. 68. S. 343 Nachrichten gegeben habe, noch mehrere ähnliche Massen gefunden worden. In der zu New-York erschienenen *Minerva*, P. 1. Vol. 1. No. 12, vom 26. Juni 1824 wird aus den Unterhaltungen bei dem Doctor Mitchill die Nachricht mitgetheilt, daß Mr. Samuel R. Ruddock noch mehr dergleichen Massen nicht weit von dem Orte gefunden habe, wo die große zu New-York im Lyceum aufbewahrte Masse gefunden ward, in der Provinz *Copula*, die Texas begränzt. Zwei liegen noch in einer Ebene, am Fuße des Berges von S. Saba; die größere ist wenigstens um ein Drittel theil größer, und die andere um eben soviel kleiner, als die zu New-York, deren Gewicht ungefähr auf 3000 Pfund geschätzt wird. Die Lage ist ungefähr 70 engl. Meilen NNO von Rio Grande oder Bravo und 170 vom nächsten Ende der Brassos.

(Fortsetzung folgt.)

## III.

*Untersuchung des sogenannten Eisen-Hammerschlags;*

VON

C. G. MOSANDER \*).

Wenn Eisen an freier Luft bis zum Glühen erhitzt wird, so überzieht es sich mit einer Oxydkruste, welche mehr oder weniger dick ist, je nachdem das Glühen längere oder kürzere Zeit gedauert hat. Diese Kruste hat den Namen *Sinter* oder *Hammereschlag*\*\*) bekommen, und läßt sich sehr leicht von dem darunter befindlichen Eisen durch Schlagen mit einem Hammer ablösen. Berthier, welcher vor Kurzem diesen, auf verschiedene Weisen und von verschiedenen Orten erhaltenen Hammereschlag untersuchte\*\*\*), zog aus seiner Untersuchung den Schluß, daß derselbe eine eigene bisher unbekannte Oxydationsstufe des Eisens ausmache, in der sich der Sauerstoff zum Sauerstoffe des Oxyduls verhalte, wie 7:6, oder, daß derselbe, zufolge der Art, wie die meisten Chemiker die Oxyde des Eisens betrachten, eine Verbindung sey von 2 Atomen Eisenoxydul mit einem Atome Eisenoxyd. Da indess die Untersuchung von Berthier nicht völlig befriedigend erscheint, sowohl hinsichtlich der Art das Eisenoxyd vom Oxydule abzuscheiden, als auch anderer

\*) Aus den K. Vetensk. Akad. Handl. År. 1825. Sednare Hälften:

\*\*) Ich habe hier die letztere Benennung beibehalten, weil die erstere, im Deutschen, schon eine andere Bedeutung besitzt. (P.)

\*\*\*) Annal. de Chim. et Phys. XXVIII. p. 19.

Umstände wegen, die, wie weiterhin gezeigt werden soll, in Betracht kommen müssen; so habe ich auf Ersuchen des Hrn. Prof. Berzelius, mit einem sehr charakteristischen Stücke Hammererschlag eine neue Untersuchung angestellt, deren Resultate, wie ich hoffe, zur näheren Kenntniß dieses Stoffes beitragen werden.

Der Hammererschlag, welcher Gegenstand dieser Untersuchung gewesen ist, war schon vor mehreren Jahren, auf Hrn. Prof. Berzelius besonderes Ansuchen, in der Skebo-Hütte durch 48 stündiges Glühen einer Eisenplatte gewonnen worden. Er hatte eine Dicke von ungefähr  $1\frac{1}{2}$  Linie und war in zwei verschiedenartige Schichten getheilt. Die äußere, welche Berthier irrigerweise die innere nennt, besteht aus einer compacten Masse, von einem im Bruche metallisch glänzenden Ansehen, einer eisen grauen sich ein wenig ins Rothe ziehenden Farbe, gleicht im Uebrigen einer geschmolzenen und hernach ausgegossenen Masse; und zeigt sich unter dem Mikroskop noch etwas porös; außerdem ist sie hart und sehr spröde, und giebt ein schwarzgraues glanzloses Pulver. Die innere Schicht besteht aus einer sehr porösen, körnigen, schwarz grauen, metallisch glänzenden Masse, welche hart, aber weniger spröde ist, als die äußere Schicht, und ein mehr schwarzgraues und oft glanzloses Pulver giebt. Diese beiden Schichten können sehr leicht von einander absondert werden, und wo sie aufeinander lagen, bemerkt man auf der oberen Seite der inneren Schicht eine Menge kleiner Erhöhungen, gleichsam Kryallfacetten ausmachend, die zuweilen auch ganz deutlich sind; diese Erhöhungen zeigen, obgleich sie meistens unregelmäßig sind, dennoch immer eine spiegelnde Ober-

fläche, und werden von entsprechenden Vertiefungen an der unteren Seite der äußeren Schicht aufgenommen, wodurch beide Schichten gewissermaßen in einander eingekeilt sind. Die untere Fläche der äußeren Schicht hat ein mattes, weißgraues Ansehen, und es werden keine Zeichen von KrySTALLISATION an derselben bemerkt. Beide Schichten werden vom Magnete angezogen, aber die äußere Schicht weit stärker als die innere. Beide Schichten sind auf ihren nach Außen gekehrten Oberflächen durch Einwirkung der atmosphärischen Luft mit einer sehr dünnen Schicht von Eisenoxyd überzogen, welche abgekratzt werden muß, ehe eine Untersuchung vorgenommen wird. Nachdem dieses Häutchen weg ist, haben beide Oberflächen ein eisengraues metallisches Ansehen, und können polirt werden. Das Pulver dieser beiden Schichten löst sich leicht und ohne merkliche Gasentwicklung in Salzsäure auf; die Lösung muß aber durch Wärme unterstützt werden, weil das Pulver wegen der gelatinirenden Kiesel-erde zusammenballt, von der sich in beiden Schichten ein kleiner Antheil vorfindet, jedoch in der inneren am meisten.

Aus der so eben gegebenen Beschreibung der äußeren Verhältnisse beider Schichten erhellt deutlich, daß sie nicht ein und dieselbe chemische Verbindung seyn können, und daß folglich jede für sich besonders analysirt werden muß; ein Umstand, der von Berthier übersehen worden ist. Den Grund hiervon kann ich nur darin suchen, daß die von ihm zur Untersuchung angewandte Art nicht so unterschieden und charakteristisch war, wie diese, was auch durch seine Aeußerung bestätigt wird: daß die Dicke der Schicht gewöhnlich

nicht 1 bis 2 Millimeter übersteigt. Die Art, welche am einfachsten und sichersten zu seyn sehien, um den Gehalt von Oxyd, von Oxydul und von Kieseleder zu bestimmen, und welche angewandt wurde, war folgende: Der gepulverte und gewogene Hammer Schlag wurde in Salzsäure gelöst, die Lösung mit dem Doppelten ihres Gewichtes an Wasser verdünnt, darauf mit Salpetersäure erhitzt, bis alles Oxydul in Oxyd verwandelt war, und nun die Kieseleder auf ein Filtrum gebracht, gewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen. Die von Kieseleder befreite Lösung wurde mit kauslischem Ammoniak gefällt, das Eisenoxyd auf ein Filtrum gebracht, gewaschen, getrocknet, geglüht und mit der gehörigen Vorsicht gewogen. Man findet nun ganz leicht aus dem Gewicht des erhaltenen Eisenoxydes, wie viel Sauerstoff der Hammer Schlag aufgenommen hat, um sich in Oxyd zu verwandeln, nachdem man zuerst von dem Gewicht des angewandten Hammer Schlages das Gewicht der erhaltenen Kieseleder abgezogen hat. Da nun die zugehörige Sauerstoffmenge bekannt ist, so braucht man bloß auszurechnen, wie viel Eisenoxydul sie in Eisenoxyd verwandeln kann, und wenn das Gewicht dieses Oxyduls von dem Gewicht des Hammer Schlages abgezogen wird, so ist das Uebrige natürlich Eisenoxyd und Kieseleder, von welcher letzteren man die Quantität direct gefunden hat. Drei verschiedene Analysen von Stücken der beiden Schichten haben folgendes Resultat gegeben: (die Menge des Hammer Schlages welche in jeglichem Versuch angewandt wurde, betrug 0,8 bis 1 Gramm.)



Äußere Schicht.				-Innere Schicht.			
		Sauerstoff- gehalt.				Sauerstoff- gehalt.	
1te	{ Oxydul	62,71	. 14,28	1te	{ Oxydul	74,36	. 16,93
Ana-	{ Oxyd	37,14	. 11,39	Ana-	{ Oxyd	21,44	. 7,49
lyse	{ Kiefelerde	0,15	. 0,08	lyse	{ Kiefelerde	1,20	. 0,62
		100,00				100,00	
2te	{ Oxydul	65,00	. 14,80	2te	{ Oxydul	73,40	. 16,71
Ana-	{ Oxyd	34,74	. 10,65	Ana-	{ Oxyd	25,50	. 7,82
lyse	{ Kiefelerde	0,26	. 0,14	lyse	{ Kiefelerde	1,10	. 0,57
		100,00				100,00	
3te	{ Oxydul	67,19	. 15,30	3te	{ Oxydul	74,87	. 17,05
Ana-	{ Oxyd	32,08	. 9,84	Ana-	{ Oxyd	24,38	. 7,38
lyse	{ Kiefelerde	0,73	. 0,38	lyse	{ Kiefelerde	0,75	. 0,39
		100,00				100,00	

Man sieht hieraus, daß die beiden Schichten nicht gleiche Zusammensetzung haben, und daß, nachdem man die Menge des Oxyduls abgezogen hat, welche die Kiefelerde in beiden aufnimmt, um Silikat zu bilden, die Sauerstoffmenge des übrigen Oxyduls zu der des Oxydes sich ziemlich nahe verhält, in der innern Schicht wie 4 : 3, und in der äußeren wie 2 : 1. Dieses würde für die äußere Schicht eine Zusammensetzung geben, welche der Formel  $\ddot{F}e^2 \ddot{F}$  entspricht, und für die innere eine, nach der Formel  $\ddot{F}e^3 \ddot{F}$ . Man sieht ferner, daß die Zusammensetzung der äußeren Schicht völlig übereinstimmt mit der, welche Berthier für die ganze Kruste gefunden hat, eine Uebereinstimmung, die begreiflich entstehen mußte, da, wie man aus seiner Aeußerung sieht: „daß es Hammer Schlag giebt, welcher viel weniger als 35 pr. Ct. Oxyd liefert, dieser aber nicht rein, sondern verunreinigt ist mit Schlacken, wie es sich durch das Gelatiniren mit Säuren ausweist u. s. w.“ besonders die äußere Schicht ein Gegenstand seiner Untersuchung gewesen seyn muß, weil die innere, wie die eben gegebene Analyse

zeigt, im Allgemeinen eine weit grössere Portion Eisenoxydulsilikat enthält.

Obgleich die Natur des Hammerschlages durch die obenstehende Analyse ziemlich deutlich erwiesen zu seyn scheint, so bleibt dennoch eine Frage durch den Versuch zu entscheiden übrig, die nämlich: ob nicht die Hammerschlag-Kruste möglicherweise eine Verbindung von Eisenoxydul mit Eisenoxyd ausmachen könne, welche nahe an der äussern Oberfläche das meiste Oxyd enthalte, und von da ab schrittweis immer weniger, bis sie endlich an der dem Eisen zu gewandten Oberfläche nur aus Oxydul bestehe; und ob nicht die Theilung in zwei Schichten etwa eingebildet sey und weniger einem Unterschied zwischen zwei ungleich chemischen Verbindungen zugeschrieben werden könne, als vielmehr von einigen Umständen während des Abkühlens herrühre? — Um diese Frage zu beantworten wurden von der nach aussen gekehrten Seite der äussern Schicht, so wie von der dem Eisen zugekehrten Seite der inneren Schicht, dünne Blättchen abgeklopft und ein Theil von ihnen auf dieselbe Weise wie das Vorhergehende analysirt. Das Resultat war:

Äussere Schicht:				Innere Schicht:			
	Sauerstoffgeh.				Sauerstoffgeh.		
Oxydul	46,86	.	10,67	Oxydul	72,36	.	16,52
Oxyd	52,77	.	16,17	Oxyd	26,41	.	8,10
Kieselerde	0,37	.	0,19	Kieselerde	1,03	.	0,53
	100,00				100,00		

Man sieht hieraus, daß die innere Schicht überall eine gleiche Zusammensetzung hat, die äussere dagegen aber, an ihrer nach aussen gekehrten Seite eine

höchst bedeutende Portion mehr an Oxyd enthält, als weiterhin im Innern ihrer Masse.

Das Endresultat dieser Untersuchung bleibt also: daß der Hammerschlag aus einer Art vom Eisenoxydoxydul besteht; daß die äußere Schicht desselben keine homogene Masse ausmacht, sondern zunächst an ihrer äußern Oberfläche reicher an Oxyd ist, vermuthlich auf die Weise, daß das Aeußerste aus gewöhnlichem Oxyd-Oxydul besteht, der Oxydgehalt aber näher an der der innern Schicht zugewandten Fläche abnimmt; und daß folglich die äußere Schicht für nichts anderes angesehen werden kann, als für ein mechanisches Gemenge verschiedener Verbindungen von Eisenoxydul mit Eisenoxyd, verunreinigt mit ein wenig Eisenoxydsilikat. Bei einem sehr charakteristischen Stücke Hammerschlag, welches ich nach Beendigung dieser Versuche gesehen habe, kann man auf der äußeren Schicht, mit bloßen Augen noch, eine dünne Schicht unterscheiden, welche dichter als das Uebrige, und von diesem verschieden ist und die äußere Seite überdeckt. Ferner scheint es glaublich, daß die innere Schicht, einen kleinen Antheil von eingemischtem Eisenoxydsilikat abgerechnet, eine chemische Verbindung von Eisenoxyd mit Eisenoxydul ist, worin der Sauerstoff des Oxyduls das Doppelte von dem des Oxydes ausmacht, und welche folglich durch die Formel  $\text{Fe}^3\text{Fe}$  dargestellt werden kann. Wenn das Daseyn dieser Verbindung als abgemacht betrachtet werden kann, so ist diese, wenn es anders nöthig seyn sollte, ein Grund mehr für die Richtigkeit der Ansicht, das schon bekannte Eisenoxydoxydul, als solches und nicht als eine

besondere Oxydationsstufe des Eisens zu betrachten; in letzterem Falle müßte man auch, um consequent zu seyn, die hier nachgewiesene Verbindung von Eisenoxyd mit Eisenoxydul als eine eigene Oxydationsstufe des Eisens betrachten, und um den Sauerstoffgehalt in gehöriges Verhältniß mit dem Sauerstoffgehalt der übrigen drei Oxydationsstufen zu bringen, das Atomengewicht des Eisens verzwölffachen, worauf dann für den Sauerstoffgehalt der verschiedenen Oxyde die Verhältnisse erhalten würden: 24; 27; 32; 36 Atomen Sauerstoff auf 1 Atomen Eisen; Verhältnisse, deren Ungereimtheit sich von selbst ergibt.

---

IV.

*Ueber Metallreductionen durch andere Metalle auf nassem Wege;*

vom

Hrn. Prof. FISCHER zu Breslau.

Erste Fortsetzung des in dies. Annal. B. 4. S. 291 Mitgetheilten.

(Vorgelesen in der physikalischen Section der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur, am 4. Jan. 1826.)

Als Bestätigung des Angegebenen über den Einfluß verschiedener Umstände auf den Erfolg der Reduction, mögen hier die Resultate meiner Untersuchungen über das Verhalten der einzelnen Metallsalze zu den sie reducirenden, oder nach dem elektrischen Gegensatz reduciren sollenden Metallen dargestellt werden \*).

I. Silbersalze. 1) Salpetersaures Silberoxyd.

Aus der wässerigen Auflösung dieses Salzes wird das Silber durch alle Metalle, zu welchen es sich negativ verhält, das Eisen allein ausgenommen, und zwar unmittelbar bei der Berührung reducirt. Das

\*) Bei der Darstellung dieser Versuche muß sehr sorgfältig darauf gesehen werden, daß sowohl die Metallsalze, aus denen das Metall reducirt werden soll, vollkommen rein, besonders von jeder Spur eines andern Metallsalzes, als auch die reducirenden Metalle frei von jedem fremden Metalle seyn müssen. Ich habe daher bei der Reduction der Silbersalze vor der Hand das Verhalten des Kobalts und Nickels ununtersucht lassen müssen, weil ich diese Metalle nicht in vollkommen reinem Zustande besitze.

Silber wird größtentheils vollkommen metallisch als feine Faden oder Dendriten dargestellt, am schönsten in breiten, sehr glänzenden Blättchen von Spiegelsglanz. Bei manchen Metallen erscheint das zu Anfang reducirte Silber schwarz (Wasserstoffsilber?), wie z. B. beim Zink, Blei, Zinn und Cadmium. Zinn scheint hier eine ähnliche Wirkung wie auf die Goldauflösung auszuüben, indem es nämlich neben der Ausscheidung von regulinischem Silber auch eine Verbindung von Silberoxydul und Zinnoxid — ähnlich dem Coffius'schen Goldpulver — bildet, welche als braunes Pulver zu Boden fällt und auch die Flüssigkeit gelbbraun färbt. Eisen allein zeigt im regulinischen Zustande nicht die geringste Wirkung, im oxydirten hingegen reducirt es ebenfalls. Daher erfolgt nach einiger Zeit in dem Falle eine Reduction durch regulinisches Eisen, wenn es als Stab oder Draht in die Flüssigkeit gestellt wird, welche etwas freie Säure hat, aus welcher es herausragt und zugleich von der Luft umgeben wird, weil es sich dann auf der Oberfläche der Flüssigkeit auf Kosten der Luft oxydirt. Auch legt sich dann das oxydirte Silber nur an diesen Theile des Eisenstabes an, nicht aber an dem von der Flüssigkeit vollkommen bedeckten. Je reiner das Eisen ist, desto länger dauert es, ehe selbst unter diesen Umständen eine Reduction erfolgt, je unreiner hingegen, desto schneller; beim Ausschluss der Luft hingegen, d. h. wenn das Eisen ganz von der Flüssigkeit bedeckt ist, ist kein Unterschied wahrzunehmen, d. h. es findet, wie angegeben, keine Reduction Statt. In Rücksicht der Zeit, welche zur vollkommenen Ausscheidung alles Silbers erforderlich ist, zeigen die Metalle eine be-

deutende Verschiedenheit. Das Ergebniss von Versuchen, welche unter möglichst gleichen Umständen angestellt worden sind, war folgendes:

Bei einer Menge von 1 Quentchen einer  $\frac{1}{100}$  Silber enthaltenen Auflösung war in weniger als 2 Stunden alles Silber ausgeschieden durch Blei und Zinn, hingegen zeigte die Auflösung, auf welche Kadmium, Zink, Kupfer, Wismuth und Spiesglanz gewirkt hatte, noch deutliche Spuren von Silber, und zwar nach der Reihenfolge immer stärker; am wenigsten hatte in dieser Zeit Arsenik und noch weit weniger das Quecksilber reducirt. Nach 3 Stunden war auch beim Kadmium keine Spur von Silber aufgelöst, bei den andern Metallen aber waren noch nach der angegebenen Reihe immer stärkere Spuren von Silber wahrzunehmen, wobei jedoch jetzt die Flüssigkeit, auf welche Arsenik wirkte, weniger Silber enthielt, als die, auf welche Spiesglanz wirkte, was früher umgekehrt war. Nach 24 Stunden war nur noch beim Spiesglanz und Quecksilber Silber aufgelöst und zwar bei letzterm noch sehr viel. Diefs ist auch noch nach 8 Tagen der Fall.

Im Weingeist aufgelöst wird das Silber schnell und mit vollkommenem Metallglanz reducirt durch Kupfer, Kadmium, Zink, Wismuth und Arsenik. Blei und Zinn bewirken zwar unmittelbar beim Berühren eine Reduction von Silber theils mit Metallglanz, theils als schwarzes Pulver; aber ein vollständiges Ausscheiden alles Silbers findet selbst nach langer Einwirkung nicht Statt. Dasselbe ist auch mit dem Quecksilber der Fall, welches das Silber in Form eines schwarzen Pulvers vermuthlich als Silberoxydul ausscheidet. Spiesglanz ist ohne Wirkung, und was

sich von selbst versteht, eben so Eisen. Im Ammonium aufgelöst, oder was dasselbe ist, die wässerige Auflösung mit überschüssigem Ammonium versetzt, zeigen die Metalle im Allgemeinen ein ähnliches Verhalten wie zur wässerigen Auflösung, nur erfolgt die Reduction sowohl als die gänzliche Ausscheidung alles Silbers schneller durch solche Metalle, deren Oxyde im Ammonium auflöslich sind, als durch die, welche es nicht sind. Demnach wird das Silber vollständig ausgeschieden durch Kupfer, Arsenik, Kadmium und Zink, sehr langsam wirkte Quecksilber und Spiesglanz, Wismuth ist ohne Wirkung. Aber wie wenig das Verhalten zum Ammonium allein die Wirkung der Metalle auf diese Silberlösung im Voraus zu bestimmen im Stande ist, zeigt das Blei und das Zinn, welche das Silber schnell und vollständig reduciren, obgleich das Bleioxyd im Ammonium gänzlich unauflöslich und das Zinn als Oxydul nur in sehr geringer Menge auflöslich ist. Eisen ist ohne alle Wirkung. Uebrigens zeigt diese Auflösung, welche verschieden von der des Silberoxyds im Ammonium ist, auch ein verschiedenes Verhalten zu manchen Metallen, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird.

Noch verdient erwähnt zu werden, daß der Silberpeter als trocknes krystallisirtes Salz auf Kupfer, Zinn, Zink und Kadmium gelegt, ziemlich schnell reducirt wird. Die übrigen Metalle wirken gar nicht oder nur äußerst langsam ein, so daß erst nach mehreren Monaten eine deutliche Reaction wahrgenommen werden kann.



## 2. Schwefelsaures Silber.

Die wässerige Auflösung dieses Salzes wird im Allgemeinen eben so leicht und vollständig durch dieselben Metalle reducirt, wie das salpetersaure Silber, ja, was wohl ebenfalls nicht im Voraus zu bestimmen seyn möchte, vom Blei eben so schnell als das salpetersaure. Wismuth, Spießglanz und Eisen zeigen jedoch ein ganz verschiedenes Verhalten, indem die erstern beiden ohne alle Wirkung sind, das letztere hingegen eine vollkommene Reduction bewirkt und zwar schnell im gewöhnlichen Zustand als weiches Eisen, etwas langsamer im reinen Zustand oder als Stahl.

Im Ammonium aufgelöst zeigen die Metalle ein gleiches Verhalten wie zu dieser Auflösung des salpetersauren Silbers; nur Zink und Wismuth verhält sich ganz verschieden, indem es ohne Wirkung ist. Das Blei scheidet zwar langsamer alles Silber aus dieser Auflösung, wie aus der des salpetersauren Salzes aus, aber es stellt das Silber mit vollkommenem Glanz in schönen Blättchen dar. Eisen ist ohne Wirkung.

## 3. Hornsilber \*).

Es bedarf wohl keiner Entschuldigung, daß ich diese Verbindung, welche nach der herrschenden Ansicht ein Silberchlorid ist, bei den Silbersalzen anführe, da sie sich doch jedenfalls in Hinsicht der Einwirkung der Metalle wie ein solches verhält.

\*) Ich wählte die geschmolzene hornartige Verbindung von Salzsäure oder Chlor und Silber an, weil in pulverförmigem Zustand manche Erscheinung nicht so deutlich wahrgenommen werden kann.

Das Silber wird aus dieser Verbindung reducirt, indem es unter Wasser in Berührung mit den Metallen gesetzt wird. Zink und Eisen bedürfen jedoch dieses Wassers nicht, sondern reduciren es vollständig bei dem trocknen Berühren. Bei dieser Wirkung geht das Hornsilber, mit Beibehaltung seiner Gestalt, in metallisches Silber über, und da, wo das Zink oder Eisen es berührte, findet man eine Flüssigkeit, gebildet von salzsaurem Zink oder Eisen oder Chloride dieser Metalle. Die einzige Bedingung zu dieser Reduction ist Zutritt der Luft oder richtiger Zutritt der Feuchtigkeit, daher erfolgt auch keine Reduction, oder die angefangene hört auf, wenn die Berührung dieser beiden Körper in einem luftleeren Raume, oder in einer wasserfreien Flüssigkeit, wie z. B. unter Aether, Weingeist etc. Statt findet. Ausser diesen beiden Metallen bewirken die andern nicht eher eine Zersetzung des Hornsilbers, als bis sie es unter Wasser berühren. Am schnellsten erfolgt sie dann durch Kadmium, Arsenik und Blei, sehr langsam durch Kupfer, Spiegelsglanz und Quecksilber und noch weit langsamer durch Zinn und Wismuth, so daß erst nach mehreren Wochen deutliche Spuren der Einwirkung wahrgenommen werden können. Die Wirkung ist im Allgemeinen von derselben Art, wie beim Zink und Eisen, so daß am Hornsilber selbst das reducirt Silber und in dem Wasser die gebildete Verbindung der Salzsäure oder des Chlors mit dem reducirenden Metall wahrgenommen werden kann, doch zeigen in dieser Hinsicht die verschiedenen Metalle ein besonderes abweichendes Verhalten. So z. B. bildet sich beim Kupfer am Boden des Gefäßes ein grüner unauflösli-

cher Rand (basisches salzsaures Kupfer), die Flüssigkeit ist schwach bläulich, zeigt auf der Oberfläche ein Metallhäutchen, reagirt als salzsaures Kupferoxyd. Das Hornsilber zeigt an der Berührungsfläche reducirtes Silber, umgeben von einem rothen Rand, Kupferoxydul. Die klare Flüssigkeit reagirt als salzsaures Kupferoxyd.

Beim Arsenik ist die Wirkung wie beim Zink und Eisen. Die klare Flüssigkeit reagirt als salzsaures Arsenikoxyd. Was in sofern auffallend ist, als ohne Rücksicht auf die angewandte Menge Wasser die Flüssigkeit immer klar bleibt, da sonst die neutrale Verbindung von Salzsäure und Arsenikoxyd durchs Wasser zersetzt wird.

Unter Ammonium wirken die meisten Metalle stärker und schneller, nur Wismuth ausgenommen, welches nicht wirkt, und Eisen, welches das unaufgelöste Hornsilber, mit dem es in Berührung gesetzt ist, nicht oder nur sehr schwach reducirt, hingegen das in Ammonium aufgelöste mit vollkommenem Metallglanz ausscheidet.

Beim Blei ist ebenfalls die Wirkung gehemmt und beschränkt sich nur auf das im Ammonium aufgelöste. Zinn reducirt ebenfalls nur das in Ammonium aufgelöste; in diesen beiden Fällen legt sich das reducirte Silber nicht allein an diesen Metallen, Blei und Zinn, sondern auch an den Wänden des Glases an.

#### 4. Silberoxyd in Ammonium aufgelöst.

Es ist schon oben darauf aufmerksam gemacht worden, daß diese Auflösung verschieden von der eines Silberfalzes im Ammonium ist, und daher zu den

Metallen auch ein anderes Verhalten zeigen wird. Dieses ist von der Art, daß Zink, Kupfer und Arsenik schnell reduciren, langsamer, aber vollständig Blei, nicht vollständig Kadmium und Spiesglanz. Wismuth, Zinn und Eisen sind ohne Wirkung. Das ausgeschiedene Silber erscheint bei allen Metallen ohne Metallglanz als moosartiges grauschwarzes Pulver. Bei dem Zink ist dieses jedoch nur dann der Fall, wenn es von der Flüssigkeit ganz bedeckt ist, wird es hingegen zugleich auch von der Luft umgeben, d. h. als Stäbchen in die Flüssigkeit gesteckt, aus welcher es heraustragt, dann erscheint das Silber, welches auf der Oberfläche reducirt wird, mit vollkommenem Metallglanz als eine Haut, welche sich vom Zink aus immer weiter ausbreitet.

Die Hauptergebnisse dieser Untersuchung sind:

1. Das Silber wird aus seiner Verbindung mit den Säuren keinesweges durch alle Metalle reducirt, gegen welche es negativ elektrisch ist, und auch nicht im Verhältniß dieses elektrischen Gegensatzes.
2. Salpeterf. Silber wird am vollständigsten, und von allen Metallen, das Eisen allein ausgenommen, reducirt und zwar selbst die Auflösung dieses Salzes in Weingeist.
3. Zum schwefelsauren Silber zeigen Wismuth, Spiesglanz und Eisen das entgegengesetzte Verhalten von dem zum salpetersauren, indem das Eisen reducirt, Spiesglanz und Wismuth aber nicht. Daß dieses Salz so leicht vom Blei reducirt wird, war weder aus dem elektrischen Gegensatz dieses Metalles zum Silber noch aus seinem Verhalten zur Schwefelsäure vorherzusehen.

4. Hornsilber weicht von den übrigen Silberfalzen dadurch ab, daß es bei der bloßen trocknen Berührung von Eisen und Zink vollständig reducirt wird. Die Einwirkung der übrigen Metalle ist ziemlich ihrem elektr. Verhalten gemäß, nur nicht die starke Reaction des Bleies und der Mangel an Einwirkung des Zinnes und Wismuths.
5. Durch den Zusatz von Ammonium wird die Wirkung der Metalle im Allgemeinen nicht geschwächt, auch die des Bleies nicht, die des Eisens und Wismuths ausgenommen.
6. Die Auflösung des Silberoxyds in Ammonium wird im Allgemeinen reducirt durch Metalle, die im Ammonium auflöslich sind, und bleibt unverändert durch die andern, nur das Blei macht auch hier die Ausnahme, indem es vollständig alles Silber ausscheidet.
7. Es findet demnach ein wesentlicher Unterschied zwischen einem im Ammonium aufgelösten Silberfalze und der Auflösung des Oxydes in Ammonium Statt, so daß in dem erstern Falle die Säure des Silberfalzes, obgleich mit dem Ammonium verbunden, dennoch von Einfluß auf das Verhalten der Metalle ist.

#### *Nachtrag.*

Um den Grund des eigenthümlichen Verhaltens näher auszumitteln, welches das Eisen zu salpetersäurem Silber zeigt, setzte ich die Silberauflösung mit den beiden Eisenoxyden in Berührung, und fand, daß nicht nur das vollkommene Oxyd — wie bekannt — ohne alle Wirkung ist, sondern auch das reine Oxydul. Die oben aufgestellte Annahme, daß das Eisen

im oxydirten Zustande eine Reduction bewirkt, ist demnach unrichtig, und folglich auch der angegebene Grund, warum nach einiger Zeit bei Berührung der Luft an der Oberfläche der Flüssigkeit eine Reduction erfolgt. Durch die Anwendung einer Silberauflösung, welche viel freie Säure hatte, durch das zufällige Herausnehmen eines darin gestandenen Eisendrahts und das Wiederhineinstellen nach kurzer Zeit, erhielt ich den gesuchten Aufschluss. An dem Eisendraht bildete sich nämlich bei Einwirkung der Luft salpetersaures Eisenoxydul, welches, wie alle oxydulirten Eisenalze, das salpetersaure Silber schnell reducirt. Man kann daher durch das reinste Eisen schnell eine Reduction des Silbersalpeters bewirken, wenn man es vorher in die saure Auflösung dieses Salzes taucht, dann herauszieht und eine kurze Zeit an die Luft hält, was natürlich noch vortheilhafter bewirkt wird, wenn man das Eisen vorher in verdünnte Salpetersäure taucht. Die Erklärung des Verhaltens des Eisens zu dieser Silberauflösung ist demnach ganz einfach folgende: Die Verwandtschaft des Silbers zum Sauerstoffe, zusammen genommen mit der des Silberoxyds zur Salpetersäure, ist größer als die des Eisens zum Sauerstoff, sammt der des Eisenoxyds zur Salpetersäure, so wenig demnach Eisenoxyd Silberoxyd auszuscheiden vermag, so wenig kann das regulinische Eisen das Silber reduciren. Bei Einwirkung freier Salpetersäure unter Zutritt der Luft hingegen bildet sich am Eisen salpetersaures Eisenoxydul, dessen Verwandtschaft zum Sauerstoff größer als die des Silbers zum Sauerstoff, sammt der des Silberoxyds zur Salpetersäure, ist.

## V.

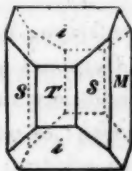
*Analyse des Picrosmins;*

von

GUSTAV MAGNUS \*).

Der *Picrosmine* wurde als selbstständige Species von Herrn Haidinger erklärt, und die erste Beschreibung desselben findet sich im Grundriß der Mineralogie von Mohs \*\*).

„Die Formen des *Picrosmine* gehören in das prismatische System. Krytalle hat man noch nicht beobachtet, aber er ist vollkommen theilbar in der Richtung der kurzen Diagonale eines Prismas von  $126^{\circ} 52'$  (s), von dem sich ebenfalls Spuren finden. Auch theilt sich das Mineral in der Richtung der langen Diagonale und nach beiden Flächen eines horizontalen Prismas von  $117^{\circ} 49'$  (i), welche als Zuschärfung auf die stumpfe Seitenkante des Prismas (s) aufgesetzt sind. Sämmtliche beobachtete Blätterdurchgänge sind in der beistehenden Figur



\*) Der gegenwärtige Aufsatz macht den Leser zugleich in Ausführlichkeit mit dem Gange einer Analyse bekannt, bei welcher das Fossil, nach der bisher noch wenig angewandten Methode des Hrn. Berzelius (Vergl. dessen Jahresbericht für 1825, p. 124), durch Flußsäure aufgeschlossen wurde. (P.)

\*\*) Theil II. S. 666.

abgebildet. Der Glanz auf der deutlichsten Theilungsfläche *M* ist perlmutterartig, sonst zeigt das Mineral überall Glasglanz. Die Farbe ist licht grünlich grau. Der Picrosmin ist an den Kanten durchscheinend, aber undurchsichtig, besitzt eine Härte von 2,5 bis 3,0 (etwas geringer als Kalkspath); und ein eigenthümliches Gewicht von 2,660. Man kennt ihn bis jetzt nur von der Grube *Engelsburg* bei *Presnitz* in *Böhmen*, wo er mit Magneteisenstein und Bitterspath im Urgebirge bricht. Er zeigt viel Uebereinstimmendes mit manchen Abänderungen von Asbest, die sich vielleicht in der Folge, wenn sie genauer untersucht sind, an diese Species anschließen werden.“

Für sich ist das Fossil vor dem Löthrohr unschmelzbar, erhält aber durch das Glühen eine größere Härte. Im Kolben wird es anfangs schwarz, wie die meisten Talkerde haltigen Fossilien, dann weiß, und giebt Wasser. Mit Kobaltsolution zeigt es die rothe Farbe der Magnesia. In Phosphorsalz und Borax wird es aufgelöst mit Hinterlassung eines Kiesel skelets; das geglühte Fossil ist indess viel schwerer löslich, als das nicht geglühte. Mit Soda auf Kohle bildet es eine halbgeschmolzene unklare Masse.

Um die Zusammensetzung des Fossils auszumitteln, wurden 2,144 Grammes desselben, fein geschlemmt, in einem Platintiegel mit rauchender wässriger Flußsäure übergossen; es wurde zersetzt, wobei es sich bis zum Kochen erhitzte; während des Erkaltes ward es von Zeit zu Zeit mit einem kleinen Platinsöffel umgerührt. Darauf etwas destillirte Schwefelsäure zugesetzt, und vorsichtig bis zur Trockne eingedampft, und gelinde geglüht, um alle Flußkiesel-



Säure, und überschüssig zugesetzte Schwefelsäure zu entfernen.

Die geglühte Masse wurde in Wasser aufgelöst, wobei ein geringer unlöslicher Rückstand blieb, der wahrscheinlich aus Kiesel Erde \*) bestand, indessen zu gering war, als das man ihn hätte untersuchen können, ob er noch unzersetztes Steinpulver enthielt. Die klare Auflösung ward nun mit kauftischem Ammoniak versetzt, und der dadurch erhaltene Niederschlag, der aus Thonerde, Eisenoxyd und etwas Mangan und Magnesia bestand, auf ein Filtrum gebracht. Die abfiltrirte Flüssigkeit, die noch den größten Theil der Magnesia und des Mangans enthielt, ward mit oxallaurem Ammoniak auf Kalk untersucht; da sich aber kein Niederschlag zeigte, ward dieselbe bis zur Trockne eingedampft und geglüht, um alle Ammoniak-Salze zu vertreiben, und darauf in wenigem Wasser wieder aufgelöst.

Der durch Ammoniak erhaltene Niederschlag ward getrocknet und geglüht. Er wog 0,096 Gr. = 4,477 pr. C. Darauf ward er in Salzsäure wieder aufgelöst, und mit kauftischem Kali in Ueberschuß digerirt, wodurch die in demselben enthaltene Thonerde aufgelöst, und von dem durch das Kali gefällten Eisenoxyd, Manganoxyd und Magnesia getrennt wurde. Die Thonerde haltende alkalische Flüssigkeit ward mit Salzsäure sauer gemacht, und die Thonerde sodann

\*) Man könnte glauben, daß dieser Rückstand aus Gyps bestand, indess wird später gezeigt werden, daß das Fossil durchaus keinen Kalk enthalte, es wäre eher möglich, daß derselbe aus etwas, durch das Glühen zeretzter, schwefelsaurer Thonerde oder Eisenoxyd bestand.

durch kohlenſäures Ammoniak gefällt, und beſtimmt. Sie wog 0,017 Gr. = 0,793 pr. C.

Das durch [Kali niedergeſchlagene Eiſenoxyd, Manganoxyd und Magnesia, ward wiederum in Salzsäure aufgelöst, genau durch kauftiſches Ammoniak neutralifirt, und das Eiſen durch bernſteinfäures Ammoniak gefällt und abfiltrirt. Das bernſteinfäure Eiſenoxyd wurde, nachdem es vollkommen ausgefüßt war, noch auf dem Filtrum mit verdünntem kauftiſchen Ammoniak übergoffen, um den größten Theil der Bernſteinfäure auszuziehen, und darauf getrocknet, geglüht und gewogen. Es waren 0,030 Gr. Eiſenoxyd gleich 1,399 pr. C.

Die vom bernſteinfäuren Eiſenoxyd abfiltrirte Flüssigkeit, die nur noch Mangan und Magnesia enthielt, ward eingedampft, und zur Vertreibung der Ammoniak-Salze geglüht, darauf in Waſſer aufgelöst, und zu der oben erhaltenen Flüssigkeit (die gleichfalls nur noch Mangan und Magnesia enthielt) geſetzt, mit Ammoniak neutralifirt, und das Mangan durch Hydrothion-Ammoniak gefällt, geglüht und gewogen. Es waren 0,010 Gr. Dieſe als Oxydum - Manganoso - Manganicum berechnet, entsprechen 0,009 Gr. Manganoxydul gleich 0,420 pr. C.

Die nun noch übrige Flüssigkeit, die nur noch Magnesia enthielt, ward ſo lange digerirt, bis alles überſchüſſig zugeſetzte Hydrothion - Ammoniak verflüchtigt war, und nachdem der Schwefel, der ſich hierbei abgeſetzt hatte, abfiltrirt worden, ward dieſelbe bis zur Trockne abgedampft, und zur Vertreibung des Salmiaks geglüht; darauf wieder in wenig Waſſer aufgelöst, einige Tropfen Schwefelſäure

zugefetzt, um alle Magnesia in ſchwefelfaure Magnesia zu verwandeln, und fodann bis zur Trockne eingedampft, gelind geglüht und beſtimmt. Sie wog 2,098 Gr. Dieſe entſprechen 0,715 Gr. Magnesia gleich 33,548 pr. C.

Um zu unterſuchen, ob das Foffil Kali oder Natron enthalte, wurde die erhaltene ſchwefelfaure Magnesia wiederum aufgelöst, und ſo lange eſſigſaurer Baryt hinzugeſetzt, als noch ein Niederſchlag von ſchwefelfaurem Baryt erfolgte. Darauf wurde der letztere abfiltrirt, und die zurückbleibende eſſigſaure Magnesia mit dem überſchüſſig zugeſetzten eſſigſauren Baryt zur Trockne eingedampft und geglüht, um die eſſigſauren Salze in kohlenſaure umzuändern, die auf ein Filtrum gebracht, und mit etwas Waſſer ausgeſüßt wurden. Für den Fall, daß Kali oder Natron gegenwärtig war, mußte dieſs in dem Anſüßungs-Waſſer enthalten ſeyn, weſhalb daſſelbe bis zur Trockne eingedampft ward; es hinterließ nur einen ſehr geringen Rückſtand, der ſich bei näherer Unterſuchung ebenfalls als Magnesia ergab. Denn nachdem derſelbe in Salzſäure aufgelöst worden, konnte er durch Ammoniak völlig niedergeſchlagen werden. Es enthält alſo das Foffil weder Kali noch Natron.

Um nun den Gehalt an Kieſelerde zu unterſuchen, wurden 0,982 Gr. des geſchlemmten Foffils mit ihrem 3 bis 4fachen Gewicht kohlenſauren Natrons im Platintiegel geſchmolzen, die Maſſe darauf in Waſſer aufgelöst, in ein Glas gebracht, und ſo lange Salzſäure zugeſetzt, bis ſich keine Kohlenſäure mehr entwickelte, darauf eingedampft und ſtark getrocknet, um die Kieſelerde völlig unlöslich zu machen, dann mit

Salzsäure betröpfelt, damit, wenn etwa einige der vorhandenen salzsauren Salze ihre Salzsäure durch zu starkes Eintrocknen verloren hätten, sie dieselbe wieder anziehen könnten. Darauf wurde die Masse in Wasser aufgelöst, die Kieseelerde abfiltrirt und bestimmt. Sie wog 0,559 Gr. = 54,886 pr. C.

Die abfiltrirte Flüssigkeit ward mit Ammoniak präcipitirt, der erhaltene Niederschlag wog 0,047 = 4,786 pr. C.

Um gewiss zu seyn, daß das Fossil keinen Kalk enthalte, ward die von diesem Niederschlag abfiltrirte Flüssigkeit mit oxalsaurem Ammoniak geprüft, doch gab sie keine Spur von Kalk zu erkennen.

Die Resultate der bisherigen Analyse sind nun:

Kieseelerde	54,886	enthält Sauerstoff	28,389
Magnesia	33,348	- - -	12,909
Thonerde	0,793	- - -	0,367
Eisenoxyd	1,399	- - -	0,429
Manganoxydul	0,420	- - -	0,092

Addirt man den Sauerstoff aller Basen, so erhält man 13,797, welches fast die Hälfte von dem Sauerstoff der Kieseelerde ist, woraus man sieht, daß das Fossil ein Bisilicat sey.

Ich muß hier bemerken, daß es mir nicht möglich war, das Fossil ganz rein zur Analyse anzuwenden; denn es findet sich dasselbe ganz durchdrungen mit einem braunen Gemengtheil; und es wäre vielleicht möglich, daß diesem der Gehalt an Thonerde und Eisen zuzuschreiben sey; denn eine so geringe Beimischung eines mit den übrigen Basen nicht isomorphen Körpers, ist doch wohl nur als zufällig, und

nicht, als zur chemischen Zusammensetzung des Körpers nothwendig gehörend, zu betrachten.

Die Farbe dieses Gemengtheils hat mich veranlaßt, das Eisen als Eisenoxyd und nicht als Oxydul in der Verbindung anzunehmen. Das Mangan aber glaube ich als Oxydul darin enthalten. Denn, da dasselbe so gewöhnlich mit der Magnesia vorkommt, und ein mit ihr so sehr ähnliches chemisches Verhalten hat, so ist anzunehmen: daß es als ein mit derselben isomorpher Körper in der Verbindung enthalten sey. Es ist daher die mineralogische Formel für dieses Fossil  $\begin{matrix} M \\ mn \end{matrix} \} S^2$ , oder, da das Mangan nur in sehr geringer Quantität beigemengt ist,  $MS^2$ .

Es ist nun noch übrig, über den Wasser-Gehalt des Fossils Einiges zu sagen.

Glüht man das fein geriehene Steinpulver sehr heftig und anhaltend über einer Spiritus-Lampe mit doppeltem Luftzuge; so verliert dasselbe an Gewicht wie folgt:

0,740 Gr. verloren 0,0575 Gr. = 7,76 pr. C.

0,453 - - - 0,031 - = 6,843 pr. C.

Nimmt man aus diesen beiden Versuchen das Mittel, so erhält man 7,301 pr. C. flüchtige Bestandtheile, die größtentheils Wasser waren, das ein wenig alkalisch auf Lackmuspapier reagirte. Diese Reaction war wahrscheinlich von etwas Ammoniak hervorgebracht, das sich aus den das Fossil beim Glühen schwarz färbenden Theilen erzeugt hatte. Es war mir jedoch unmöglich, wegen der geringen Menge des Fossils, die ich zur Analyse hatte, die Quantität des Wassers zu bestimmen; so viel weiß ich jedoch, daß fast alle flüchtigen Theile Wasser gewesen.

Wären alle 7,301 pr. C. flüchtige Bestandtheile Wasser; so wäre der Sauerstoff des Wassers 6,49, welches genau die Hälfte von 12,999, gleich der Hälfte des Sauerstoffes der Basen ist, mit Ausschluss des der Thonerde und des Eisenoxyds, die als zufällig beige-  
 mengt zu betrachten sind. Es würde daher für diesen Fall die Formel für das Fossil seyn:  $2MS^2 + Aq$ ; und diese ist das wahrscheinlichste; denn die Menge fremder Bestandtheile, die das Fossil beim Glühen schwarz färben, und Ammoniak entwickeln, sind wohl nur sehr gering. Es wäre indess auch möglich, dass der Sauerstoff des Wassers nur  $\frac{1}{3}$  des Sauerstoffes der Basen, nämlich 4,33, wäre. Alsdann enthielt das Fossil nur 4,87 pr. C. Wasser und 243 pr. C. flüchtige Bestandtheile, und es wäre die Formel für dasselbe  $3MS^3 + Aq$ , was mir unwahrscheinlicher zu seyn scheint.

---

## VI.

*Ueber die scheinbare Richtung der Augen in einem Bildnisse;*

von

WILLIAM HYDE WOLLASTON, M. D. \*)

(Hierzu die Kupfertafel No. I und II mit ihren Anhängseln.)

Wenn man erwägt, mit welcher Genauigkeit wir gewöhnlich beurtheilen, ob die Augen einer anderen Person auf uns gerichtet sind, und wie unmittelbar wir selbst einen einzigen Blick von ihnen gewahr werden, so muß es überraschen, daß die Gründe eines so genauen Urtheils nicht deutlich bekannt sind, und daß die meisten Personen, wenn sie hierüber eine Erklärung versuchen, mehrere Umstände übersehen, durch die sie, wie es scheint, gewöhnlich geleitet werden. Zwar mag es nicht möglich seyn, an den Augen lebender Personen zu erweisen, von welcher Art diese Umstände sind; allein an Bildnissen läßt sich überzeugend darthun, daß die Leichtigkeit, mit der wir bei diesen über die Richtung entscheiden, hauptsächlich auf den Anblick von Theilen beruht, welche, so viel ich erfahren kann, noch nicht als einwirkend auf unser Urtheil betrachtet worden sind.

Zuvor könnte man glauben, die kreisförmige Gestalt der Iris sey ein hinlängliches Kennzeichen der Richtung, in welcher ein Auge sieht, weil, wenn das

\*) Im Auszuge aus den Phil. Trans. for 1824. pt II. p. 247.

lebende Auge auf uns gerichtet ist, dieser Theil immer kreisrund erscheint, und er, streng genommen, nicht so erscheinen kann, wenn wir ihn von der Seite her betrachten. Bei näherer Untersuchung aber ist es klar, daß wir zu diesem Behufe die Genauigkeit der Kreisgestalt nicht scharf genug beurtheilen können, selbst wenn wir die ganze Iris wahrnehmen; in vielen Fällen sehen wir aber einen zu kleinen Theil ihres Umfanges, um zu entscheiden, ob dieser kreisrund sey oder elliptisch. Ueberdies müßte die Iris in einem Bildnisse, obgleich sie darin wirklich kreisrund gezeichnet ist und folglich auch so erscheinen wird, wenn wir die Vorderansicht von ihr haben, dennoch in allen schiefen Lagen als eine Ellipse gesehen werden. Und doch, wie es wohl bekannt ist, scheinen die Augen den Beobachter allenthalben anzusehen, selbst wenn er sich so weit auf die Seite begiebt, daß er sie entschieden in einer sehr elliptischen Gestalt erblickt. Der Grund, warum die Augen eines Bildnisses uns zu folgen scheinen, soll weiterhin betrachtet werden; denn ohne genaue Kenntniß der Umstände, von welchen die scheinbare Richtung in der Vorderansicht abhängt, läßt er sich nicht genügend einsehen.

Wenn wir an einer uns gegenüber stehenden und, ungefähr um zwanzig Grad, horizontal zur Seite fortsethenden Person die Augen mit Aufmerksamkeit betrachten, so finden wir, daß die merkbarste Veränderung, welche sie in Folge einer Seitenbewegung in ihrem Ansehen erleiden, aus einem Wachsen und Abnehmen der weißen Theile an ihren Winkeln besteht, und davon abhängt, ob die Augen der Nase zu- oder abgewendet werden.



Bei der mittleren Lage eines Auges sind die beiden Theile des Weißen fast einander gleich, Durch diese Gleichheit sind wir im Stande zu entscheiden, daß eine Person weder nach ihrer Rechten noch nach ihrer Linken sieht; sondern gerade aus in Richtung ihrer Nase, woran im Allgemeinen die Lage des Gesichtes erkannt wird. Wenn hingegen die Person ihre Augen zur Seite hin wendet, so wird uns dies sogleich bemerklich gemacht durch eine Verringerung des Weißen in den Augen, an der Seite, nach welcher sie sich wendet. Durch dieses Kennzeichen allein sind wir im Stande zu schätzen, wie weit die Augen *in Richtung von dem Gesichte abweichen, zu welchem sie gehören.* Aber ihre Richtung *in Bezug auf uns*, ist völlig von der ersteren verschieden, und bei Beurtheilung dieser scheint es, daß wir, selbst beim Anblicken lebender Augen, nicht bloß durch die Augen allein, sondern zugleich durch die Lage des ganzen Gesichtes geleitet werden.

Wenn ein Augenpaar richtig gezeichnet wird, das den Zuschauer ansieht; mit derjenigen mäßigen Ablenkung von der Lage des übrigen Gesichtes, wie sie in den besten Bildnissen gebräuchlich ist, und ohne daß Striche hinzugefügt werden, woraus die Stellung des Gesichtes zu errathen ist, so bleibt die Richtung dieser Augen in dem Maasse schwankend und unbestimmt, daß sie nicht allen Personen die nämliche zu seyn scheint; ja es läßt sich machen, daß sie einer und derselben Person auf sich oder von sich gerichtet erscheinen, sobald man einige Gesichtszüge hinzufügt, die die *Lage des Gesichtes*, den wesentlichen Umstand hiebei, scharf bezeichnen.

Bei den Zeichnungen, die ich der Königl. Gesellschaft vorlegen kann, bin ich durch die wohl bekannte Geschicklichkeit des Präsidenten der Königlichlichen Akademie, Sir Thomas Lawrence, gütigst unterstützt worden. Das auf Tafel I ursprünglich nach dem Leben gezeichnete Augenpaar hat denselben geflissentlich angesehen und ist darauf nach der Originalzeichnung mit einem Gesicht in halbgewandter Stellung versehen worden, so daß die Augen mit dieser Umgebung den Zuschauer entschieden anzusehen scheinen. Auf dem Anhängsel ist die untere Hälfte eines entgegengesetzt gewandten Gesichtes auf solche Art an die nämlichen Augen angelegt, daß diese bedeutend nach der Rechten der sie betrachtenden Person hinsehen.

In der ersten dieser Figuren macht die Lage des Gesichtes einen gewissen Winkel nach unserer Linken hin, und die von der Lage jenes um einen gleichen Winkel abgewandten Augen, scheinen auf uns gerichtet zu seyn. In der letzteren, in der das Gesicht nach derselben Seite gewendet ist, wie die Augen, werden diese in ihrer scheinbaren Richtung noch weiter nach unserer Rechten geführt, ein Beweis von dem Einflusse der grösseren Gesichtstheile, selbst bei einem Widerspruch mit den kleineren des Auges, das für diese Stellung nicht richtig gezeichnet ist.

Was die scheinbare Lage des Gesichtes betrifft, so ist klar, daß unser Urtheil über dieselbe hauptsächlich durch die Nase und durch andere sehr hervorragende Theile bedingt wird, weil diese durch eine Veränderung in der Lage am meisten in ihrer perspectivischen Gestalt verändert werden; zwar erleiden

auch die unbedeutendsten Hervorragungen, wenn sie hinlänglich von der Seite her betrachtet werden, eine Formveränderung; allein sie sind so gering, daß sie schwerlich von uns wahrgenommen werden. Es muß selbst dem oberflächlichsten Beobachter einleuchtend seyn, daß eine und dieselbe perspectivische Zeichnung, welche ein Augenpaar bei einer gewissen Lage des Gesichtes darstellt, kein genaues Bild dieser Augen für eine andere Lage seyn kann. Aber bei einer so geringen Schiefe, wie gewöhnlich den Augen in einem Portrait gegeben wird, das den Zuschauer ansehen soll, ist die aus der Schiefe entspringende Gestaltveränderung der Augenlieder geringer, als der Unterschied, der sich an den Augen verschiedener Personen beobachten läßt. Aus diesem Grunde kann ein Augenpaar, das um uns anzusehen gezeichnet ist, am besten von der beabsichtigten Richtung abgelenkt werden, wenn man die übrigen Gesichtszüge in einer neuen Lage an dasselbe anlegt. Die Umkehrung des Versuches läßt sich innerhalb derselben Gränzen ebenfalls mit Erfolg bewirken. Augen, die ursprünglich gezeichnet sind ein wenig seitwärts von uns hin zu sehen, lassen sich durch passliche Anlegung der übrigen Gesichtszüge dergestalt verändern, daß sie uns gerade ansehen. Auf diese Art kann eine Ablenkung von zwanzig oder dreißig Graden bewirkt werden; allein daraus darf man nicht schließen, daß auch eine Wendung von neunzig Grad erreicht werden könne. Es würde abgeschmackt seyn zu glauben, daß ein im Profil gezeichnetes Auge zu einem uns gerade ansehenden, oder umgekehrt, ein gerade auf uns sehendes zu einem im Profil erscheinenden gemacht werden könne. Allein

selbst dann, wenn dieser Versuch über die vernunftgemäßen Gränzen so weit hinausgeführt worden ist, daß die perspectivische Gestalt des Auges sehr schlecht zu den übrigen Gesichtszügen paßt, wird die Wirkung nur geschwächt, nicht gänzlich aufgehoben. Einige Personen, die sich viel mit dem Zeichnen des menschlichen Auges beschäftigen und daher gewohnt sind die Gestalt der Augenlieder sehr genau zu betrachten, werden zwar nicht, wie andere, die volle Wirkung empfinden; allein die Veränderung der Richtung, welche alle diejenigen zugeben, die in ihrem Urtheil durch nichts gestört werden, zeigt, wie gering der Einfluß ist, den die Augenlieder im Vergleich mit den mehr hervorragenden Gesichtstheilen, auf die scheinbare Richtung der Augen ausüben.

Um zu sehen, ein wie geringer Zusatz hinlänglich sey, jene Wirkung hervorzubringen, wurden nach der höchst sinureichen Erfindung des Hrn. Perkins vier einander völlig gleiche Copien von einem und demselben Augenpaare auf eine Kupferplatte gebracht. Eine starke Stahlplatte, in die jenes zuerst gravirt worden, gab, nachdem sie gehärtet war, einen erhabenen Abdruck auf einer Walze von weichem Stahl, die mit großer Kraft wiederholt über die Platte hinwegging. Die Walze wurde hierauf ebenfalls gehärtet und dann mit derselben vier Eindrücke in eine Kupferplatte gemacht, wodurch die kopirten Zeichnungen die unzweifelhafteste Identität bekamen. Dessen ungeachtet wurde die Richtung zweier dieser Augenpaare bloß dadurch, daß man jedem derselben eine in verschiedener Stellung gezeichnete Nase hinzufügte, so verändert, daß man glaubt, das eine sehe rechts und das

andere links; eine ähnliche Verschiedenheit in der scheinbaren Richtung erlitt ein jedes der beiden andern Augenpaare durch Hinzufügung der oberen Hälfte eines Gesichtes, dem nur eine schwache Andeutung von der Lage der Nase gegeben war \*).

Der größern Deutlichkeit wegen haben wir bisher nur die Fälle betrachtet, in denen die Augen und das Gesicht eine Seitenwendung um einen kleinen Winkel nach der Rechten oder Linken hin bekamen. Hatten die Augen entgegengesetzte Richtung mit dem Gesicht, so sahen sie uns an, waren sie aber mit jenem nach derselben Seite gerichtet, so wurden sie um die Summe dieser Winkel von uns abgelenkt. Dieselben Grundsätze lassen sich auch auf Fälle einer mässi gen Neigung des Gesichtes auf- und niederwärts anwenden. Denn wenn ein Gesicht nach unten gekehrt ist, so müssen die Augen, welche uns ansehen, gegen jenes Gesicht in die Höhe gerichtet seyn. Und wenn zu so gezeichneten Augen ein aufwärts gerichtetes Gesicht, statt des früheren gesetzt wird, so scheint es sogleich, als sehen die Augen über uns hinweg.

Wenn das Augenpaar zugleich nach beiden Richtungen gedreht worden ist, so dafs es seitwärts in die Höhe sieht, so giebt die Veränderung, welche bei Abwechslung der Lage des Gesichtes entsteht, das schlagendste Beispiel von der Macht dieser Umstände, wie man aus Tafel II und ihrem Anhängsel ansehen kann.

\*) Da eine Zeichnung hierüber nur dann von Interesse seyn kann, wenn sie, wie im Originale der nach der Perkins'schen Methode verfertigte Kupferstich, die völlige Identität der nebeneinander stehenden Augenpaare verbürgt, so ist hier in Worten ausgedruckt, was dort bildlich dargestellt wurde. (P.)

Die Wirkung, die sich auf diese Art hervorbringen läßt, ist indess nicht bloß auf eine verschiedene Ablenkung der Augen eingeschränkt; vielmehr kann man diesen durch die Gestaltung der übrigen Gesichtszüge einen ganz verschiedenen Charakter geben. Ein in frommer Andacht versunkenes Auge bei in die Höhe gerichteten Mienen kann so durch ein nach unten und nach der andern Seite gekehrtes jüngerer Gesicht mit dem Seitenblick einer neugierigen Schelminverlaucht werden. Das untere Augenlid, das in der ersten Lage aus einer offenbar bloß perspectivischen Wirkung einen Theil des Augapfels verbarg, scheint in der letzteren mit Gewalt gehoben, und giebt dadurch, unterstützt von den übrigen Mienen, denselben Augen ein lächelndes Ansehen. Doch, es würde zwecklos seyn, die verschiedenen Modificationen, deren dieser Versuch fähig ist, weiter zu verfolgen. Die schon gegebenen Beispiele sind hinreichend zu zeigen, daß die scheinbare Richtung der Augen nach oder von einem Beobachter, durch den Einfluß zweier Umstände bedingt wird, die in derselben Zeichnung vereinigt sind, nämlich: 1) durch die allgemeine Lage des Gesichtes, und 2) durch die Ablenkung der Augen von dieser Lage.

Nach dieser Kenntniß über den Einfluß der Perspective des Gesichtes auf die scheinbare Richtung der Augen in einem Bildnisse, werden wir vorbereitet seyn, zu untersuchen, warum die Augen, wenn sie den gerade vor dem Gemälde stehenden Beobachter ansehen, diesem zu folgen und in jeder anderen Richtung ebenfalls anzublicken scheinen. Erwägen wir, welche Wirkung durch einen Wechsel unserer Stel-

lung in Bezug auf jede andere perspectivische Zeichnung hervorgebracht wird, so finden wir bei der scheinbaren Lage der Gegenstände eine ähnliche Beständigkeit in Bezug auf uns, und eine ähnliche Veränderung ihrer Richtung in Bezug auf die Ebene der Zeichnung oder den Raum, worin diese hängt. In diesem Falle läßt sich die Erscheinung aus den einfachsten Grundfätzen deutlich ableiten.

Wenn zwei Gegenstände auf dem Boden in verschiedenem Abstände vor uns gesehen werden, so wird der eine über dem andern erscheinen und auch so gezeichnet werden müssen. Die Linie, welche beide verbindet, ist in der Ebene der Zeichnung eine aufrecht stehende Linie und stellt eine Vertikalebene vor, die durch das Auge und durch die Gegenstände hindurchgeht. Wenn es heißt, es seyen Gegenstände von verschiedener Erhebung mit uns in einer Linie, so ist eigentlich damit gemeint, sie seyen so gelegen, daß eine Vertikalebene von dem Auge durch sie hindurchgehen würde. Da nun die aufrecht stehende (in der Ebene der Zeichnung wirklich oder nur in Voraussetzung gezogene und daselbst eine Vertikalebene bedeutende) Linie aufrecht gesehen wird und fortwährend eine Vertikalebene bezeichnet, wie weit wir uns auch auf die Seite begeben; so folgt daraus, daß dieselbe Reihe von Gegenständen, selbst in der schiefsten Richtung, in der sie betrachtet werden kann, noch in einer Vertikalebene liegt und mit uns in einer Linie gesehen wird, genau wie bei der Vorderansicht. Dadurch scheint es, daß sie sich mit uns drehen, wenn wir uns von der ersten Stellung in eine beliebige andere begeben, in der wir sie von der Seite her betrachten.

Bei Bildnissen hängt diese Erscheinung von denselben Umständen ab. Eine Nase genau in Vorderansicht und in aufrechter Stellung gezeichnet, ist fortwährend auf den Zuschauer gerichtet, wie weit dieselbe auch von der Seite her von diesem betrachtet wird. Umgekehrt, wenn die Nase von der Seite, z. B. von der rechten, abgebildet ist, muß sie dem Zuschauer in allen seinen Stellungen nach der Rechten gekehrt erscheinen, und Augen, welche von dieser Richtung unter einem hinlänglichen Winkel auf den Zuschauer gewandt sind, so daß sie ihn ansehen, wenn er gerade vor ihnen steht, werden auch darin fortfahren, wenn er sie von der Seite her betrachtet. Um sich bei einem Bildnisse von der unveränderlichen Richtung der Nase und Augen zu überführen, zeichne man in Fronte eines Gemäldes eine Boussole mit einem quadratischen Gehäuse so, daß dessen Seiten in Richtung der Nase erscheinen und die Magnetnadel parallel liegt mit der scheinbaren Richtung der Augen. Dann wird die Nadel in allen Stellungen, von denen aus man die Augen betrachten mag, eine in deren Richtung markirte Linie darbieten, die durch das Bleibende ihrer Lage genau denselben Anblick, wie das Augenpaar gewährt, nämlich dem Beobachter ebenso wie jenes folgt. (In der Kupfertafel, die das Original zur Erläuterung des Obigen enthält, und hier als nicht unumgänglich nöthig zu dessen Verfahren fortgeblieben ist, sehen die Augen eines halb en Face gezeichneten Kopfes gerade auf den Zuschauer; in der unterhalb befindlichen Boussole steht folglich die Magnetnadel aus perspectivischen Gründen senkrecht. (P.) Auf gleiche Weise wird, wenn die Augen seitwärts nach



unten gewandt sind, die Nadel unverändert nach derselben Seite des Zuschauers gerichtet erscheinen, gerade so, wie es in dem Beispiel mit dem Gehäule der Fall war.

In Zeichnungen von einiger Ausdehnung läßt die relative Lage der Gegenstände von verschiedener Entfernung eine deutliche Bezeichnung der Directions-  
linien zu. In Bildnissen aber sind wegen Mangel eines sichtbaren Kennzeichens über die Richtung der Augen diese Umstände weniger deutlich. Wenn aber irgend ein Gegenstand in Fronte des Gemäldes gezeichnet ist, so daß der Mittelpunkt eines der Augen sich genau über demselben zu befinden scheint, so hat man eine die Richtung bezeichnende Linie, welche durch ihre beständig vertikale Stellung die Aehnlichkeit der Erscheinungen in einem Bildnisse mit den entsprechenden in größeren Gemälden vollständig macht.

## VII.

### *Ueber die Ausmittlung des Arseniks bei Vergiftungen;*

VON

J. J. BERZELIUS.

(Das Nachstehende ist, mit Bewilligung des Hrn. Verfassers, theils aus dem zweiten Theile der neuen Auflage seines Lehrbuches, theils aus seinem Jahresberichte für 1826 entnommen, welche beide, vom Hrn. Dr. Wöhler übersetzt, in kurzer Zeit erscheinen werden. (P.))

**Bei Vergiftungen mit Arsenik können zwei Fälle eintreten, entweder hat der Getödtete Arsenik in Pulver-**

form oder in Auflösung erhalten. Im ersteren Falle findet man fast immer sichtbare Theile des Arseniks in den Contentis oder auf der innern Seite des Magens, wo sie durch dunkelrothe Flecke ausgezeichnet sind, auf welchen sie aufgesucht werden können, und der Versuch, ihre Natur darzuthun, gehört dann zu den leichtesten. Es handelt sich dann nicht darum, eine so große Menge, wie z. B.  $\frac{1}{8}$  Gran, nöthig zu haben; jedes Korn Arsenik, welches mit bloßem Auge sichtbar ist und nur ein so großes Volumen hat, daß es auf irgend eine Weise von der Stelle, wo es liegt, in eine Glasröhre gebracht werden kann, ist dann hinreichend, um durch die Reductionsprobe als Arsenik erkannt zu werden. Ich verfahre dabei auf folgende Art: Eine Glasröhre von z. B.  $\frac{1}{8}$  bis  $\frac{1}{4}$  Zoll Durchmesser wird an dem einen Ende zu einer feinen, zwei bis drei Zoll langen Spitze ausgezogen, welche inwendig nicht weiter seyn darf, als ungefähr die Dicke einer starken Stricknadel beträgt, und am Ende zugeschmolzen wird.



Das Arsenikkorn (wenn es ein Milligramm oder  $\frac{1}{100}$  Gran wiegt, so beträgt es schon mehr als nöthig ist) wird nach *a* gebracht und bis zu *b* mit Kohlenpulver überschüttet, welches man kurz vorher, zur Verjagung aller Feuchtigkeit, vor dem Löthrohr ausgeglüht hatte. Hierauf bringt man die Röhre in horizontaler Lage in die Flamme einer Weingeistlampe, und zwar so, daß *a*, worin das Arsenikkorn liegt, außerhalb der Flamme bleibt. Wenn nun die Kohle bei *b* glüht, so wird auch *a* in die Flamme gebracht,

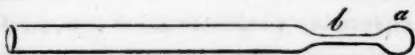
wobei die arsenichte Säure in Gas verwandelt und während ihres Durchganges durch die glühende Kohle reducirt wird. Das metallische Arsenik condensirt sich in der schmalen Röhre gleich da, wo sie aus der Flamme tritt, in Gestalt eines glänzenden, dunkel metallischen Ringes, welcher durch gelinde Erhitzung noch weiter vorgetrieben und mehr angesammelt werden kann, wodurch er noch spiegelnder und heller wird. Da der geringe Durchmesser der Röhre allen Luftwechsel verhindert, so wird nichts vom Metalle wieder oxydirt. Auf diese Weise habe ich ohne Zweideutigkeit das metallische Arsenik sichtbar gemacht aus Quantitäten von Arsenik, für welche keine meiner Wagen einen sichtbaren Ausschlag gab. Es bleibt nur noch übrig, das Arsenik am Geruch zu erkennen. Diefs geschieht, indem man die Röhre zwischen der Kohle und dem Metalle abschneidet, und an der Stelle, wo das Metall sitzt, gelinde erhitzt, während man in einigem Abstände die Nase darüber hält.

Der zweite Fall findet Statt, wenn keine sichtbaren Arsenikkörner vorhanden sind, z. B. wenn der Tod entweder durch Arsenikauflösung oder durch sehr fein gepülverte arsenichte Säure verursacht war. In erstem Falle ist es oft unmöglich, das Arsenik zu entdecken, weil die Auflösung lange vor dem Tode ausgeleert wurde. Ist aber von demselben noch etwas übrig, so entdeckt man es am besten auf die Weise, daß die Contenta zuerst in der Siedhitze mit kausischem Kali und dann mit Salzsäure behandelt werden, worauf die Flüssigkeit filtrirt, zu einem geringeren Volumen abgedampft, wieder filtrirt, wenn es nöthig ist, und alsdann durch dieselbe ein Strom von Schwefelwasser-

stoffgas geleitet wird. Man erhitzt nun die Flüssigkeit, so daß sich der Niederschlag sammelt, oder dampft sie ein, wenn sie sich nicht klären will, so lange bis sie klärt, worauf man sie filtrirt \*). Wenn alsdann der ausgewaschene Niederschlag so gering ist, daß er nicht mechanisch vom Filtrum abgenommen werden kann, so wird er aus dem Papiere mit kausischem Ammoniak ausgezogen, und die Flüssigkeit auf einem Uhrglase verdampft. Das zurückbleibende Schwefelarsenik kann auf zweierlei Arten oxydirt werden: entweder wird es in ein wenig Königswasser aufgelöst, bis daß alles Arsenik in Säure verwandelt ist, die Flüssigkeit vom Schwefel abgetrennt, bei gelinder Wärme eingetrocknet, dann der Rückstand in einem Tropfen Wasser aufgelöst und mit Kalkwasser in Ueberschuß versetzt. Oder noch besser, man vermischt das Schwefelarsenik mit einem Salpeter und verpufft das Gemenge in einer an dem einen Ende zugeschmolzenen Glasröhre. Man schmilzt zuerst etwas Salpeter in der Röhre und läßt dann allmählig in kleinen Portionen etwas von dem Gemenge hinunterfallen, welches ohne Detonation verbrennt, wenn man

\*) Ist der Arsenikgehalt sehr gering, so wird die Flüssigkeit gelb, ohne gefällt zu werden, wird sie dann aber abgedampft, so scheidet sich Schwefelarsenik in dem Grade ab, als die Säure sich während des Verdunstens concentrirt. Wird die Flüssigkeit gelb, ohne daß sich beim Abdampfen Schwefelarsenik abscheidet, so darf diese nicht als Beweis für die Gegenwart von Arsenik betrachtet werden. Diese Färbung trifft fast immer ein, wenn die Flüssigkeit Salpetersäure enthält, welche, zu salpetrichter Säure reducirt, die aufgelösten thierischen Stoffe gelb färbt.

nicht allzuwenig Salpeter genommen hat. Die Masse wird in einigen Tropfen oder in so wenig Wasser, als nöthig ist, aufgelöst, die Auflösung mit Kalkwasser in Ueberschuß versetzt und zum Kochen erhitzt, wodurch sich der arseniksaure Kalk besser sammelt und leichter auswaschbar wird. Der Niederschlag wird gesammelt, mit frisch geglühtem Kohlenpulver vermischt und in eine Glasröhre von nachstehender Form gebracht:



so daß das Gemenge in *a* zu liegen kommt. Die Röhre wird zuerst gelinde erhitzt, um alle Feuchtigkeit zu verjagen, welche das Gemenge eingesogen haben könnte, und hierauf der Boden von *a* in die Löthrohrflamme bis zum anfangenden Schmelzen des Glases gebracht. Das Arsenik wird dann reducirt und sammelt sich in dem schmalen Stücke *b* an, wo es über eine so geringe Fläche verbreitet ist, daß die geringsten Mengen erkannt werden können. Schwefelarsenik, welcher nicht mehr als  $\frac{1}{10}$  Gran wiegt, ist hinreichend um eine entscheidende Reductionsprobe zu geben; ja der arseniksaure Kalk, welcher von  $\frac{1}{2}$  Grm. Schwefelarsenik erhalten wird, kann, wenn er wohl aufgesammelt wird, zu drei Reductionsproben hinreichen. Dieß Verfahren ist dem von Rose, bei welchem man Bor säure anwendet, vorzuziehen, denn diese Säure kann selten so frei von Wasser erhalten werden, daß sie sich nicht aufblähte und nicht die Masse weit in die Röhre hinauftriebe, wo es denn, nachdem sie so vertheilt ist, schwer hält auf sie einzuwirken. Ferner kann nach der hier gegebenen Methode eine Quan-

tität vom arsenikthsauren Kalk hinreichend seyn, welcher nach der Rose'schen Probe deshalb keinen Aus-  
schlag geben würde, weil das reducirte Metall auf eine zu große Glasfläche gebracht worden ist, um noch  
spiegelnd erhalten zu werden. Will man aber Bor-  
säure anwenden, weil die Reduction mittelst dieser  
leichter vor sich geht, so vermischt man dieselbe, nach-  
dem sie zuvor auf der Kohle zur Kugel geschmolzen  
worden ist, mit dem arsenikthsauren Kalke und ganz  
wenig Kohle. Zur Probe ist dann nur die Flamme  
der Spirituslampe ohne Löthrohr nöthig. Ich ziehe  
jedoch die erstere Methode vor. Wenn die saure Flüssig-  
keit, welche mit Schwefelwasserstoffgas behandelt  
wird, keinen Niederschlag giebt, so kann sie Arsenik-  
säure enthalten. Sie wird dann mit Ammoniak gesät-  
tigt und mit Hydrothionammoniak zersetzt, wovon  
die Arsenikthsäure sogleich zu Schwefelarsenik reducirt  
wird. Nachdem diese Flüssigkeit eine Weile in gelin-  
der Wärme gestanden hat, wird Salzsäure in Ueber-  
schuß zugesetzt (wobei Schwefelarsenik mit Schwefel  
vermengt niederfällt) und dann mit der oben be-  
schriebenen Behandlung fortgefahren.

Aber bei so scharfen Proben, wie diese hier, muß  
man versichert seyn, keine arsenikhaltigen Reagenzien  
anzuwenden, und dies ist schwerer als man glaubt.  
Alle Schwefelsäure, welche nicht mit vulkanischem  
Schwefel, sondern entweder mit Schwefel aus Schwefel-  
kies, oder unmittelbar aus Schwefelkies bereitet  
wird, enthält Arsenik, und giebt, wenn sie Zink oder  
Eisen auflöst, ein arsenikhaltiges Wasserstoffgas. Wird  
diese Säure zur Entwicklung von Schwefelwasserstoff-  
gas angewandt, so hat man eine Einnengung von Ar-

senikwasserstoffgas im Schwefelwasserstoffgas zu befürchten, wodurch die Fällung eines arsenikhaltigen Schwefels bewirkt werden kann, indem sich der Wasserstoff beider in der Probestlüssigkeit durch die Luft oxydirt. Die vermittelst einer solchen Schwefelsäure erhaltene Salzsäure enthält ebenfalls Arsenik, und es gilt von ihr alsdann dasselbe. Man muß daher zu diesen Versuchen destillirte Schwefelsäure anwenden, und auch diese nicht, ohne sie zuvor durch Schwefelwasserstoffgas auf einen Arsenikgehalt geprüft zu haben. Dasselbe gilt von der zu diesem Versuche anzuwendenden Salzsäure. In solchen Fällen kann man nicht vorsichtig genug seyn.

Nur allein die Reductionsprobe kann als sicher angesehen werden, und sie macht alle andere überflüssig \*). Wenn diese nicht gelingt, so ist das Resultat immer unzuverlässig, auch wenn man bei der Behandlung des Kalkniederschlags, aus der Rose'schen Probe, auf Kohle vor dem Löthrohre den Arsenikgeruch zu erkennen glaubt; denn ein an diese Versuche wenig gewohnter Experimentator kann oft im Geruch der in diesem Niederschlage enthaltenen thierischen Stoffe einen Arsenikgehalt zu erkennen glauben, der sich gar nicht darin befindet. — Ich muß jedoch dabei

\*) Die Fällung der arsenikhaltigen Flüssigkeit durch salpetersaures Silber oder schwefelsaures Kupfer, so wie mehrere andere Proben sind unsicher, wenn organische Materien vorhanden sind. Phosphorsäure fällt das salpetersaure Silber mit derselben Farbe, wie die arsenichte Säure, und Decocte von Zwiebeln und ungebranntem Kaffee, mit Alkali versetzt, geben mit Kupferfalz grüne Niederschläge, welche dem Scheele'schen Grün ähnlich sind.

erinnern, daß kein Arzt oder Chemiker ein gesetzlich bestätigtes Zeugniß über eine solche Untersuchung, wobei Gift gefunden worden war, abliefern sollte, wenn er nicht selbst beim Herausnehmen der Masse gegenwärtig gewesen ist, oder wenn sie nicht in Gegenwart gültiger Zeugen herausgenommen und sogleich mit Siegeln und der Aufschrift dieser Zeugen versehen und bestätigt war, um hierdurch allen Unterschleifen vorzubugen, die durch das Interesse einzelner Personen vielleicht veranlaßt werden könnten.

---

### VIII.

#### *Doppelsalz von kohlenfaurem und phosphorsaurem Natron.*

---

Es giebt in der Nachbarschaft von *Glasgow* eine, Hrn. Macintosh gehörende, Berlinerblau-Fabrik, in der auch Cyaneisenkalium (Blutlaugensalz) in sehr beträchtlicher Menge bereitet wird. Die Blausäure wurde ehemals durchs Verbrennen von Rindsklauen gewonnen, die man hauptsächlich aus Irland bezog; es wurden in der Fabrik täglich die Hufe von tausend Rindern verbraucht. Mit dem Ende des letzten Krieges nahm aber das Schlachten des Viehes in Irland beträchtlich ab und daher wurden die Hufe selten. Diefes veranlaßte Hrn. Macintosh, statt jener die sogenannten Grieben (cracknales) zu nehmen, welche er sich, wie Hr. Dr. Thomson glaubt, hauptsächlich von den Kerzengießern verschaffte. Bald nach An-



wendung dieser Substanz zeigte sich in den Laugen des Cyaneisenkaliums eine beträchtliche Menge eines weissen Salzes in seinen Nadeln, welches den Prozeß der Bereitung des ersteren bedeutend erschwerte. Von diesem Salze sandte Hr. M. eine Quantität an Hrn. Dr. Thomson, um es zu untersuchen. Nachstehendes enthält das Wesentliche dieser Untersuchung.

Die Kryalle dieses Salzes sind schöne, regelmässig sechsseitige Prismen, die sich durch UmkrySTALLISIREN noch grösser erhalten lassen. Bei wiederholtem UmkrySTALLISIREN werden sie aber zersetzt, indem phosphorsaures Natron in seiner gewöhnlichen Form aus den Lösungen anschiesst. Dies Doppelsalz hat einen kühlen und alkalischen Geschmack, verändert sich nicht an der Luft, und ist in Wasser löslich. Salpetersäure löst es unter schwachem aber deutlichem Aufbrausen auf. Nachdem Hr. Dr. Th. sich durch die gewöhnlichen Mittel überzeugt hatte, daß das Salz ausser der Kohlensäure auch Phosphorsäure enthielt, wurden 200 Gran des krySTALLISIRTEN Salzes, in Wasser gelöst, mit Salpetersäure gesättigt und durch salpetersaures Blei gefällt. Der Niederschlag wog 141,3 Gran, nach Hrn. Dr. Th. = 28,26 Gr. Phosphorsäure. Die Flüssigkeit enthielt nur reines, salpetersaures Natron und gab davon 109,5 Gran, nach Hrn. Dr. Th. = 40,74 Gr. Natron; Hr. Dr. Th. schliesst nun weiter, daß, da jene 28,26 Gr. Phosphorsäure an Natron 32,297 Gr. zur Sättigung erfordern, 7,443 Gr. Natron übrig bleiben, die von 5,117 Kohlensäure gesättigt werden, und daß folglich das Salz zusammengesetzt sey aus:

Phosphorsäure	28,260	. . .	4 Atome
Kohlensäure	5,117	. . .	1 -
Natron	40,740	. . .	5 -
Wasser	125,883	. . .	55 -

oder aus 4 At. phosphorf. Natrum, 1 At. kohlenf. Natron und 55 At. Wasser. (Auszug aus d. Ann. of phil. Nov. 1825. p. 581.)

### IX.

*Anderthalb schwefelsaures Natron (Sesqui sulphate of Soda).*

Dieses Salz wurde von dem Dr. Thomson bei Gelegenheit der Bereitung von Salzsäure entdeckt. Er destillirte nämlich käufliche Schwefelsäure mit Kochsalz, fing das salzsaure Gas in Wasser auf, und behandelte, als die Operation nicht mehr lohnend war, den Rückstand zu wiederholten Malen mit Wasser. Die erste von den auf diese Art erhaltenen Lösungen wurde durch Verdunsten eingeeengt und zum KrySTALLISIREN hingestellt, worauf das erwähnte Salz aufschoss. Dieses Salz soll indess nicht allemal erscheinen; doch erhielt Hr. Dr. Th. es mehrere Male auf dem angezeigten Wege und er zweifelt daher nicht, daß die Darstellung auch andern Chemikern gelingen werde, obgleich er ihnen die näheren Bedingungen dazu nicht anzugeben vermag.

Diese Krysfalle haben, nach Hrn. Dr. Th., ein rechtwinklig vierseitiges Prisma zur Grundgestalt, an dem die Seitenkanten zu einer achtseitigen Säule abge-

stumpft sind, und oben mehrere Endflächen vorkommen. (Die Beschreibung und die nebenstehenden Holzchnitte sind von der Art, daß sich Nichts mit Gewissheit über die Lage der Flächen schließen läßt. (P.)) Die Krystalle haben einen sehr sauren Geschmack, ziehen weder Feuchtigkeit an, noch effloresciren sie, sondern bleiben hart, und trocken an ihrer Oberfläche. Ihr specifisches Gewicht, in Alkohol bestimmt, beträgt 2,26 bei 63° F. Hundert Theile Wasser lösen 25 Theile dieses Salzes, bei 63° F. Im Alkohol ist es unlöslich. Im Sandbade erhitzt, schmilzt es nicht; es verändert auch nicht sein Ansehen, noch verliert es bedeutend an Gewicht. Auch für sich im Platintiegel erhitzt, verliert es nicht bedeutend an Gewicht; es enthält daher kein Wasser. Es wurde darum mit kohlensaurem Ammoniak in hinreichender Menge gemischt, und über einer Spirituslampe so lange geglüht, bis es nichts mehr an Gewicht verlor. 40 Gr. verloren so 8,7 Gr.; der Rückstand war wasserfreies schwefelsaures Natron. 40 andere Gran dieses Salzes in Wasser gelöst, und mit salzsaurem Baryt gefällt, gaben 75 Gr. schwefelsauren Baryt = 25,42 Gr. Schwefelsäure, also nahe das 3fache von 8,7. Hiernach besteht folglich das Salz aus:  $1\frac{1}{2}$  Atomen Schwefelsäure und 1 Atome Natron. (Auszug aus d. Annals of Phil. Dec. 1825. 435. Ein Sesquisulphate von Kali ist schon vor längerer Zeit hier aufgefunden worden. (P.))

## X.

*Saures schwefelsäures Natron.*

Hr. Dr. Thomson hat ferner das saure schwefelsäure Natron, erhalten durch KrySTALLISATION einer mit Schwefelsäure versetzten Glaubersalz-Lösung, untersucht und die KrySTALLFORM desselben beschrieben. Da aber das Daseyn dieses Salzes bekannt ist, und Hrn. Th. Beschreibung der KrySTALLE keine Belehrung gewährt, so mag es hier nur angeführt werden, daß 20 Gran des krySTALLisirten Salzes, mit kohlen-säurem Ammoniak geglüht, 9,7 Gr. verloren; 20 andere Gran mit salz-säurem Baryt gefällt, 30,32 Gr. schwefelsäuren Baryt gaben; und daraus gefolgert wird, das Salz sey ein Bisulfate mit 24,6 pr. C. oder 4 Atomen Wasser. (Auszug aus d. Annal. of Phil. Dec. 1823. p. 439.)

## XI.

*Schwefelsäures Natron ( $\text{Na C}^2 + 16 \text{Aq}$ ).*

Es ist bekannt, daß, wenn man eine heiße concentrirte Lösung von schwefelsäurem Natron in eine Flasche thut und darin verschließt, sie bis auf die gewöhnliche Temperatur erkalten kann, ohne zu krySTALLISIREN, daß sich aber eine Menge von KrySTALLEN bildet, sogleich wie die Flasche geöffnet wird. Es ist auch beobachtet worden, daß sich, unter gewissen Um-

ständen, beim Erkalten der Lösung Kryftalle erzeugen, selbst wenn die Flasche nicht geöffnet oder erschüttelt wurde. Diese Kryftalle, wenn man sie in der Lösung beobachtet, sind sehr durchsichtig und von einer beträchtlichen Gröfse; sie erscheinen als vierseitige Prismen, mit zweiflächigen Enden. Beim Oeffnen der Flasche kryftallisirt die übrige Flüssigkeit schnell, wobei die zuerst gebildeten Kryftalle von andern umgeben sind, die sich aber dadurch leicht von ihnen unterscheiden, daß sie ein weißes opakes Ansehen bekommen. Nimmt man die Kryftalle heraus, so zeigen sich die zuerst gebildeten viel härter, als die gewöhnlichen Kryftalle von schwefelsaurem Natron, und wenn sie gebrochen werden, findet man, daß sie nicht bloß an der Oberfläche trübe sind, sondern bis auf eine ziemlich beträchtliche Tiefe und selbst zuweilen durch und durch.

Diese harten und besonderen Kryftalle werden leicht erhalten, wenn man eine bei  $180^{\circ}$  F. gesättigte Lösung von schwefelsaurem Natron in einer Florentiner Flasche verschließt, nachdem sie darin zuvor gekocht worden ist, um die Luft auszutreiben. Nach 24stündigem Stehen haben sich feine Kryftalle gebildet. Wenn die Flasche geöffnet wird, setzt die Lösung neue Kryftalle ab, aber nachdem man die Flasche zerfchlagen hat, lassen sich die letzteren, wegen ihrer geringeren Härte, mit einem Federmesser von den ersteren abkratzen. Diese harten Kryftalle zeigen sich, nachdem sie abgefondert worden, eben so verwitternd als die von der gewöhnlichen Art, und verlieren zuletzt ihren ganzen Wassergehalt, so daß nur trocknes schwefelsaures Natron zurückbleibt. Als eine gewogene Menge in ei-

nem Platintiegel erhitzt wurde, ging an Wasser die Hälfte fort, der Rest war trocknes Salz. Sie enthalten also 8 Proportionale Wasser oder 72 schwefelsaures Natron und  $8 \times 9 = 72$  Wasser. Die gewöhnlichen Krystalle des schwefelsauren Natrons enthalten 10 Proportionale Wasser. (Setzt man nach Berzelius 2 At. Sauerstoff im Natron voraus, so muß für beide Salze die Atomenanzahl des Wassers verdoppelt werden. (P.))

Wenn krySTALLISIRTES schwefelsaures Natron in einer Flasche erhitzt wird, so löst sich ein Theil desselben in dem vorhandenen Wasser auf, während das Uebrige in einem wasserfreien Zustande niedergeschlagen wird. Die bei  $180^\circ$  gesättigte Lösung (The solution of  $180^\circ$ ) scheint ein Proportional Salz  $\equiv 72$  und 18 Proportionale Wasser  $\equiv 162$  zu enthalten; woraus, falls es richtig ist, folgen würde, daß, wenn die Krystalle bis zu  $180^\circ$  erhitzt werden,  $\frac{1}{2}$  des Salzes alles Wasser aufnehmen, während  $\frac{1}{2}$  in wasserfreiem Zustand abgeschieden werden. (M. F. in Journ. of St. No. XXXIX. 152.)

## XII.

*Kohlenfaures Natron* ( $\text{Na C}^2 + 16 \text{ Aq}$  \*).

Dieses Salz hatte sich in den Siedepfannen einer Hrn. Charles Tennant zu *Glasgow* gehörigen Natron-

\*) Hr. Dr. Thomson nennt dieses Salz *prismatisches* kohlenfaures Natron, welcher Name aber schon demjenigen Salze zukommt, das von Hrn. Haidinger (dies. Ann. Bd. LXXXI. S. 367) kryсталlographisch beschrieben worden ist. Hr. Dr. Th.

fabrik gebildet und die Aufmerksamkeit dadurch auf sich gezogen, daß es im Aeußern ganz von dem gewöhnlichen Natron verschieden war. Hr. Thomas Clarke, Vorsteher jener Fabrik, fand, daß dieses Salz ein kohlensaures Natron mit 7 oder 8 At. Wasser sey, sandte es aber zur näheren Untersuchung an den Dr. Thomson. Diesem zufolge erscheinen die Kry-  
 stalle als rechtwinklige 4seitige Prismen, zugespitzt durch 2 Paare von Flächen, die auf den Säulenflächen aufgesetzt sind und gegen diese respective unter  $118^{\circ}$  und  $125^{\circ}$  neigen, so daß die Primitivform ein re-  
 ctanguläres Prisma seyn würde. Die Kry-  
 stalle sind oft anderthalb Zoll lang und mehr als einen Viertel Zoll dick. Sie verwittern nicht an der Luft, wenigstens nicht in dem etwas feuchten Laboratorium des Dr. Th.  
 Ihr spec. Gewicht ist 1,51. Hundert Theile Wasser von  $63^{\circ}$  F., lösen 63,87 Theile dieses Salzes. Erhitzt, schmilzt es in seinem Kry-  
 stallwasser doch nicht so vollkommen, als das gewöhnliche kohlen-  
 saure Natron, denn es bleibt immer ein Theil ungeschmolzen. Beim Erkalten der Flüssigkeit schießen Kry-  
 stalle von muth-  
 malslich einer dritten Art kohlen-  
 sauren Natrons an, die noch weniger Wasser enthalten.

führt auch an, daß besondere Kry-  
 stalle erhalten werden, wenn man das gewöhnliche kohlen-  
 saure Natron in seinem Kry-  
 stallwasser schmilzt und hierauf erkalten läßt. Man könnte hier-  
 aus schliessen, diese Kry-  
 stalle seyen identisch mit den hier  
 beschriebenen; daß dem aber nicht so ist, ersieht man aus der  
 folgenden Notiz des Hrn. Haidinger. Es giebt also vom  
 wasserhaltigen basisch kohlen-  
 sauren Natron ( $\text{Na}_2\text{C}^2$ ) wenigstens  
 drei Salze mit verschiedenem Wasser-  
 gehalte, wo nicht gar vier  
 (a. a. O. S. 376.) (P.)

Das hier beschriebene Salz enthält, nach Hrn. Th., keine Schwefelsäure, noch Schwefel oder Hydrothionsäure, sondern ist, außer einer Beimischung von 1,3 pr. C. Kochsalz (50 Gr. Salz gaben 1,58 Gr. Chlor Silber) nur reines kohlensaures Natron. 50 Gr. des Salzes verloren durchs Glühen 28,09 Gr. Wasser, oder, das in jenem enthaltene Kochsalz als wasserfrei angenommen, 56,92 pr. C. 50 Gr. in Salpetersäure gelöst, und die Lösung zur Trockne verdampft, gaben 35,59 Gr. salpetersaures Natron. (Einen ähnlichen Versuch mit Schwefelsäure verwirft Hr. Dr. Thomson selbst, weil die angewandte Säure nicht rein war.) Als 50 Gran in einem Woulfschen Apparat in Salpetersäure oder Schwefelsäure eingetragen wurde, verlor das Ganze: 8,01; 8,06 bis 8,47 Gran, wonach Hr. Dr. Th. die Kohlenäure zu 17,163 pr. C. annimmt. Das Ganze giebt für die Zusammenfetzung des Salzes:

Kohlenäure	17,163	. . .	1 At.
Natron	25,797	. . .	1 -
Wasser	56,920	. . .	8 -

Das Natron wird in der Fabrik des Hrn. Tennant dadurch gewonnen, daß man schwefelsaures Natron mit einer verbrennlichen Substanz (gewöhnliche Steinkohle, common pit-coal) erhitzt, das erzeugte Sulphuret in Wasser löst, zur Trockne verdampft, mit Sägespänen mischt und hinreichend erhitzt, um diese zu verbrennen. Gewöhnlich enthält das so gewonnene Natron eine geringe Beimischung von schwefelsaurem Natron, von welchem aber das untersuchte eigenthümliche Salz frei war. (Auszug aus den Ann. of Phil. Dec. 1825. p. 442.)



## XIII.

*Prismatisches Natronsalz von Mohs.*

Man erhält dieses Salz bei der Abkühlung einer gesättigten Auflösung von kohlensaurem Natron bei einer Temperatur von 20° bis 30° R. als vierseitige tafelförmige Kryalle; leichter noch dadurch, daß man die Auflösung längere Zeit hindurch einer höheren Temperatur aussetzt, oder Kryalle des gewöhnlichen hemiprismatischen Salzes, welche 62,96 pr. C. Wasser enthalten, in ihrem Krytallwasser schmelzt.

Die Kryalle gehören in das prismatische System. Sie verwittern an der Luft, aber nicht so schnell, als die des gewöhnlichen Salzes. Das Mittel aus mehreren Versuchen, welche Hr. Haidinger, während seines Aufenthaltes in Berlin, zur Bestimmung des Wassergehaltes anstellte, gab 17,74 pr. C. Diese Species enthält demnach den achten Theil des Wassers, welches zur Bildung des gewöhnlichen Salzes gehört, wie aus der Formel  $2 \text{Na} \text{Ü}^2 + 5 \text{Aq}$  hervorgeht, die 82,59 Thl. trocknes Salz und 17,41 Thl. Wasser erfordert.

## XIV.

*Versuche zur Bestimmung der Intensitäten des Magnetismus der Erde, nebst Beobachtungen über die täglichen Oscillationen der horizontalen Magnetnadel zu Hammersfors und Spitzbergen;*

VON

Hrn. EDWARD SABINE,

[Der gegenwärtige Aufsatz ist ein Auszug aus dem auf Kosten des Board of Longitude im J. 1825 zu London erschienenen Werke: *An Account of Experiments to determine the Figure of the Earth, by means of the pendulum vibrating seconds in different latitudes, as well as on other subjects of Philosophical Inquiry.* By Edward Sabine; Captain of the Roy. Reg. of Artillery F. R. S. etc. etc., und kann als eine Fortsetzung desselben betrachtet werden, was die früheren Bände der Annalen an Bestimmungen über die Intensität des Erdmagnetismus bereits enthalten. Es wird den Lesern bekannt seyn, daß Hr. Sabine der Expedition unter Capt. Ross im Jahre 1818 und der unter Capt. Parry im J. 1819 und 1820 mit be wohnte, und auf beiden die wissenschaftlichen Untersuchungen zu leiten hatte, von denen unter andern die im Bd. 71 dles. Ann. vom Hrn. Prof. Hansteen mitgetheilten magnetischen Beobachtungen einen Theil ausmachen. Es ist ferner schon in einer Notiz im 76ft. Bd. S. 29 gesagt worden, daß Hr. S. an der zweiten Expedition des Capt. Parry keinen Antheil genommen hat, weil ihm von der Britischen Regierung ein anderer Auftrag gegeben wurde. Die gegenwärtige Untersuchung ist eins von den Resultaten dieses für sich bestehenden Unternehmens, dessen Hauptzweck dahin ging: die Gestalt der Erde durch eine über einen ganzen Quadranten derselben ausgedehnte Reihe von Versuchen mit Comparationspendeln genauer zu bestimmen, als bisher. Demzufolge wurden von Hrn. Sabine auf zwei Reisen in den Jahren 1822 und 1823, außer London, an zwölf verschiedenen Punkten, nämlich zu Sierra Leone,

St. Thomas, Ascension, Bahla, Marauham, Trinidad, Jamaica, New-York, Hammersfors, Spitzbergen, Grönland und Drontheim, die relative Länge des Sekundenpendels ausgemittelt; zugleich aber auch an diesen und einigen andern Stationen verschiedene physikalische Beobachtungen gemacht, von denen namentlich die über den Erdmagnetismus mit besonderer Sorgfalt berücksichtigt wurden. Diese sind es, welche in dem gegenwärtigen Aufsatze im Auszuge mitgetheilt werden. Von den Beobachtungen selbst ist in diesem Auszuge nichts fortgelassen; dahingegen wurde der theoretische Theil beträchtlich abgekürzt, weil sonst der Aufsatz zu einer unverhältnißmäßigen Länge angewachsen seyn würde und überdies die Leser durch Mittheilung der Beobachtungen und der aus ihnen abgeleiteten Rechnung, hinreichende Data zur eignen Beurtheilung des Gegenstandes erhalten haben.]

---

Wenn man die Fortschritte unserer Bekanntschaft mit den Haupterscheinungen des Erdmagnetismus betrachtet, so kann es unmöglich entgehen, welche geringe Aufmerksamkeit auf die Intensität der magnetischen Kraft verwandt worden ist, in Vergleich zu der Mühe, mit der man die Richtung derselben auszumitteln gesucht hat. Aus einem Aufsatze, der von der Akademie der Wissenschaften zu Paris als Instruction für La Perouse und dessen Gefährten aufgesetzt wurde, erfahren wir, daß schon vor dem Jahre 1782 zu Brest, Cadix, Teneriffa, und Goree Beobachtungen gemacht waren, welche keinen merklichen Unterschied in der Intensität der magnetischen Kraft an diesen Orten gezeigt hatten. Wir wissen gegenwärtig, daß Beobachtungen, die so keinen Unterschied entdecken ließen, fehlerhaft seyn müssen, und dies scheinen auch die Verfasser jenes Aufsatzes geargwöhnt zu haben; wenigstens darf man es daraus schließen, daß sie solche

Verfuche zu wiederholen empfohlen, besonders, daß dazu Orte gewählt werden möchten, wo die Neigung am größten und wo sie am kleinsten sey.

Diese Aufforderung hatte indess geringen Erfolg, bis sie zu Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts glücklicherweise die Aufmerksamkeit des Hrn. von Humboldt auf sich zog. Aus dessen im J. 1805 bekannt gemachten vergleichenden Beobachtungen in Enropa und Süd - Amerika lernte man zuerst, daß die Intensität abnimmt, wenn man sich den Punkten der Erde nähert, wo die Neigungsnadel horizontal liegt; auch schien es, jedoch mit beträchtlichen Unregelmäßigkeiten, daß die Abnahme progressiv sey, übereinstimmend mit der Abnahme der Neigung. Die Beobachtungen des Hrn. von Humboldt, nebst einer weit geringeren Anzahl von Hrn. de Rossel auf der Reise des Admirals d'Entrecasteaux gemachten Beobachtungen (die aber später als die von Hrn. v. Humboldt bekannt wurden und wie jene dieselben Anzeigen gaben, doch minder entscheidend) schliessen, wie ich glaube, Alles ein, was wir auf dem Wege der Erfahrung, vor dem Jahre 1818 über die Intensität wußten. Durch den Entschluß der Britischen Regierung, einen abermaligen Versuch zur Entdeckung einer Nordwestpassage zwischen dem atlantischen und stillen Meere machen zu lassen, wurde aber in diesem Jahre in Ländern, zu denen der Zugang vordem außerordentlich schwierig war, ein Feld von grossen Interesse für Untersuchungen aller Art eröffnet, die mit dem Magnetismus zusammenhängen.

Das Interesse, was ich bei Lesung der Beobachtungen des Hrn. v. Humboldt empfunden hatte, ver-

anlaßte, daß ich, als man mir die Leitung der wissenschaftlichen Operationen auf der Entdeckungsreise vom J. 1818 übertrug, sehr bekümmert war über die Verfertigung der Instrumente, mit denen die Neigung und Intensität der magnetischen Kraft gemessen werden sollte. Die von der Regierung officiell überlieferten Neigungsadeln waren von sehr geringer Beschaffenheit; allein Hr. Browne war so gütig mir zu erlauben, das ihm gehörende Inclinatorium mitzunehmen, welches die Arbeit der verstorbenen Künstler Nairne und Blunt war, Künstler, die bei Verfertigung solcher Instrumente in verdientem Rufe stehen. Diefes Inclinatorium ist späterhin in meinem Besitz geblieben und hat mich auf drei Reisen nach dem Norden und einer nach dem Aequator begleitet; die mit demselben erhaltenen Resultate sollen jetzt näher erörtert werden.

Auf der Reise nach der Bassinsbay im J. 1818, so wie auf der in den J. 1819—20 nach der Melville's Insel diente die nämliche Nadel zugleich zur Bestimmung der Neigung und der Intensität. Durch kleine Schrauben auf einem an der Axe befestigten Kreuze von Drähten \*), wie in den Philosoph. Transact. für 1772 Artikel 35 beschrieben ist, war sie mit einem Mittel versehen, den Schwerpunkt in den Mittelpunkt der Drehung zu bringen. Vor ihrer Einschiffung im J. 1818 wurde sie mit großer Sorgfalt ajustirt, wahrscheinlich so genau, als diese sehr schwierige Operation jemals ist ausgeführt worden, und seit der Zeit hat ihr Magnetismus keine Veränderung erlitten. Die

\*) Die Ebene dieses Kreuzes liegt der Magnetenadel parallel. (P.)

auf diesen beiden Reisen gemachten Beobachtungen über die Intensität der Kraft sind also genau mit einander vergleichbar, und wahrscheinlich verdienen die beobachteten Neigungen ebenfalls dasjenige Zutrauen, was Beobachtungen mit Nadeln gewähren können, von denen man annimmt, daß sie auf experimentellem Wege gänzlich von dem Einfluß der Schwere befreit seyen. Es ist kaum möglich, daß eine solche Adjustirung ganz vollkommen seyn sollte, und daher wird man immer Fehlern von einigen Minuten ausgesetzt bleiben.

Die auf der Reise vom J. 1818 gemachten magnetischen Beobachtungen sind in den Philos. Transact. für 1819 ausführlich bekannt gemacht, und die auf der Reise von 1819 bis 1820 (oder wenigstens einem Theile von ihnen, da der zu diesem Zweck bestimmte Raum die Bekanntmachung des Ganzen nicht zuließ) in dem Appendix zu der Beschreibung jener Reise. Da die Beobachtungen über die Intensität der Kraft zur Erörterung über das Verhältniß der Veränderung in verschiedenen Theilen der Erde gebraucht werden, so mag hier der folgende Auszug von ihnen stehen \*).

\*) Ein großer Theil dieser Beobachtungen sind schon in Bd. 71. S. 275 u. ff. von Hrn. Hansteen mitgetheilt; der Vollständigkeit wegen habe ich sie indeß hier mit aufgenommen. (P.)

## Beobachtungen auf der Reise im J. 1818.

Standorte	Breite	Länge	Neigung	Dauer von 100 Schwings. im magnet. Meridian
London	51° 31' N.	0° 8' W.	70° 33' N.	8' 2"
Shetland's Inseln	60 9,5	1 12	74 21 *	7 49,75
Davis Straße a. d. Eise	68 22	53 50	83 8	7 20
Hasen - Insel	70 26	54 52	82 49	7 21,3
Baffin's drei Inseln	74 4	57 52	84 09	. .
Baffin's - Bay a. d. Eise	75 5	60 23	84 25 *	7 25,5
Baffin's - Bay - - -	75 51,5	63 6	84 44	7 23,25
Baffin's - Bay - - -	75 59	64 47	84 52	. .
Baffin's - Bay - - -	76 32	73 45	85 44	. .
Baffin's - Bay - - -	76 45	76 0	86 9 *	7 15
Baffin's - Bay - - -	76 8	78 21	86 0	7 16
Davis Straßo	70 35	66 55	84 39	7 16

## Beobachtungen auf der Reise von 1819 bis 1820.

Standorte	Breite	Länge	Neigung	Dauer von 100 Schwings. im magnet. Meridian
London	51° 31' N.	0° 8' W.	70° 33'	8' 2",0
Davis Straße a. d. Eise	64 0	61 50	83 4 *	7 17,4 †
Baffin's Bay - - -	72 0	60 0	84 15	. .
Possession Bay	73 31	77 22	86 4 *	7 19,5 †
Ostküste von Regents Einfahrt	72 45	89 41	88 27	7 19 †
Regents Einfahrt auf dem Eise	72 57	89 30	88 25 *	. .
Nord - Küste von Bar- row's Straße	73 33	88 18	87 36 *	. .
Byam Martin's Insel	75 10	103 44	88 26	7 22,5 †
Eismeer auf d. Eise	74 55	104 12	88 29	. .
Bay von Hecla und Griper	74 47	110 34	88 30	. .
Auf Melville's Insel	74 27	111 43	88 37	7 24,3 †
Observatorium, Win- terhafen	74 47	110 48	88 43	7 26,25
Davis Straße a. d. Eise	68 30	64 21	84 21,5	. .

Bei den sieben mit \* bezeichneten Neigungsbeobachtungen hatte Capitain Parry die Güte mir Gesellschaft zu leisten und die Genauigkeit meiner Ablefungen zu bestätigen, indem er diesen Theil der Operation ebenfalls übernahm. Die Ablefungen eines jeden von uns sind im Originale besonders eingetragen, und da man daraus sehen kann, daß sie in diesen sieben Fällen im Mittel um nicht mehr als eine Minute von einander abweichen, so ist dies ein genügender Beweis von der Genauigkeit, mit welcher die Theilungen des Kreises an Hrn. Browne's Neigungsinstrument abgelesen werden konnten. Es muß noch hinzugefügt werden, daß da, wo es von Wichtigkeit war, daß die Versuche einer Reihe sämmtlich von einem und demselben Individuum gemacht wurden, es auch allemal geschah, sowohl bei diesen Beobachtungen, als bei andern, bei denen ich nicht das Vergnügen einer solchen Gesellschaft genoß. Bei Aufzeichnung einer so ausgedehnten Reihe von Neigungs- und Intensitäts-Beobachtungen, die fast ein Viertel der nördlichen magnetischen Hemisphäre umfaßt, ist es nicht unwichtig, solche Umstände zu erwähnen, besonders für diejenigen, welche selbst practische Beobachter sind. Die in der zweiten Tafel mit + bezeichneten Schwingungszeiten sind hier zum ersten Male bekannt gemacht.

[ Hr. Sabine erzählt nun, daß er, überzeugt von den Unvollkommenheiten der gewöhnlichen Inclinatorien, sich habe, nach seiner Rückkehr von der arctischen Expedition im J. 1820, ein solches Instrument verfertigen lassen, wie es vom Hrn. Hofrath Mayer in seiner Abhandlung „De usu accuratori acus inclinariae magneticae“ beschrieben worden ist, und darauf theilt er die Beobach-



tungen mit, welche von ihm mittelst dieses Inclinatoriums im J. 1821 zu London über die Neigung daselbst angestellt wurden. Diese Beobachtungen sind indeß den Lesern schon aus dem 76st. Bande dieser Annalen bekannt, wo der verewigte Gilbert den dahin gehörigen Aufsatz des Hrn. Sabine ausführlich mitgetheilt hat. Ich übergehe daher diese Beobachtungen und nehme den Faden dort wieder auf, wo Hr. S. von den Verbesserungen redet, die an dem Mayer'schen Inclinatorium angebracht wurden. (P.)]

Zu derselben Zeit, als das Mayer'sche Inclinatorium ausersehen wurde, um den Neigungsbeobachtungen eine grössere Genauigkeit zu geben, wurden sowohl an dem Neigungs- als an dem Intensitäts-Apparat einige Veränderungen angebracht, von denen es gut seyn wird sie voranzuschicken. Um sich von der vollkommenen Horizontalität der Agatplatten, auf denen die Axe der Nadel ruhte, zu versichern, wurde eine Weingeist-Libelle auf einer Scheibe von Messing von solchem Durchmesser angebracht, daß sie auf die Platten gelegt werden konnte. Die Fehler der Libelle zeigten sich, indem man die Scheibe in verschiedene horizontale Lagen brachte; die der Platten aber, indem man das ganze Instrument um seine Vertikalaxe (upon its horizontal centre) umdrehte. Nachdem diese Fehler ajustirt worden und die Platten und Scheibe völlig horizontal lagen, mußten die Spitzen zweier Kegel, welche auf der ihre Basen verbindenden Ebene rechtwinklig standen und gleich waren dem Diameter des getheilten Kreises an dem Instrumente, zusammenfallen mit den Theilungspunkten  $90^\circ$  und  $90^\circ$  des Kreises; geschah es nicht, so lieferten die Kegel ein Mittel, die Adjustirung in dieser Hinsicht zu verbessern.

Hrn. Browne's Nadel schien oberhalb der Axe unnöthig beschwert zu seyn, indem sie an jedem Drahte des Kreuzes mit zwei Gewichten zum Adjustiren versehen war und die Drähte selbst eine unzmässige Länge hatten, so daß sie folglich leicht beschädigt werden konnten. Es wurden daher die Gewichte sämmtlich fortgenommen und die Nadel abermals adjustirt, dadurch, daß man alle Drähte auf die Hälfte, sowie einen der Arme (pairs) bis auf mehr als die Hälfte und ungleich verkürzte. Ich habe seitdem Gelegenheit gehabt, die Richtung dieser Nadel unter fast allen Neigungen zu untersuchen, und kann aus ihrer Uebereinstimmung mit den Resultaten der Mayer'schen Nadel mit Zuversicht sagen, daß die abermalige Aequiponderirung sehr genügend ausgeführt worden ist. Die Veränderung erzeugte eine geringe Verschiedenheit in der Schwingungszeit dieser Nadel, so daß ihre Schwingungen auf den beiden folgenden Reisen nicht direkt vergleichbar sind mit denen auf den beiden vorhergehenden. Dieser Umstand ist jedoch von keinem Belang, weil die ganze Reihe von Beobachtungen gleichfalls mit jeder andern vergleichbar wird, durch die, beiden Reihen gemeinschaftliche, Station zu London, wo die Schwingungszeit sehr genau vor und nach jener Veränderung ausgemittelt wurde.

Um die Nadel auf jedem Punkte der Theilung anhalten und loslassen zu können, wo man Willens seyn mochte die Schwingungen zur Bestimmung der Intensität anfangen zu lassen, wurde ein beweglicher Ring in den getheilten Kreis eingesetzt und an der Rückseite desselben befestigt. An einer Stelle dieses

Ringes war ein doppelter Hebel angebracht. Auf den Arm innerhalb des getheilten Kreises wirkte eine Feder, so daß die Nadel auf jedem Punkte der Theilung angehalten werden konnte; an dem andern Arm des Hebels, und durch ein Loch in dem großen Kreise hindurchgeleitet, war eine Schnur befestigt, die, wenn sie gezogen wurde, den Hebel unter der Nadel fortzog und diese dadurch in Freiheit setzte. Die Nadel wurde vor ihren Schwingungen, sowohl im Meridiane als senkrecht darauf, um 70 Grad von ihrer natürlichen Lage abgelenkt. Die Beobachtung der Schwingungszeit fing an, wenn die Amplitude sich bis auf 60 Grad verringert hatte, und wurde geschlossen, wenn diese bis zu weniger als 10 Grad gekommen war. Die Anzahl der Schwingungen, welche Hrn. Browne's Nadel innerhalb dieser Bogen machte, betrug gewöhnlich 90 bis 110; aus diesen ist die Mittelzeit von 10 Schwingungen abgeleitet und in die folgende Tafel eingetragen. Die Zeit des Anfangs und die von einer jeden zehnten Schwingung wurde nach einem Chronometer aufgezeichnet, und zwar bei dem nächstliegenden Schlag, d. h. bei dem nächstliegenden Vier-Zehntel (0,4) einer Sekunde.

Die folgende Tafel liefert einen Auszug von den Neigungsbeobachtungen, welche, hauptsächlich mit der Mayer'schen Nadel, auf den Reisen von 1822 und 1823 angestellt wurden.

Geographische Lage der Stationen *)			
	Breite:	Länge:	
			1822
St. Thomas Insel	0° 24' 41",2 N	6° 44' 43",5 O	Mai {
Bahia	12° 59' 21" S	38° 33' 3" W	Juli {
Ascension Insel	7° 55' 47",8 S	14° 23' 46",5 W	Juni {
Maranhm	2° 31' 43",3 S	44° 21' 28",5 W	Aug. {
Sierra Leona	8° 29' 27",9 N	13° 15' 11" W	März {
Trinidad	10° 38' 56" N	61° 35' 13",5 W	Sept. {
St. Mary am Gambia	13°,5 N	16°,75 W	Febr. {
Porto Praya	15° N	23°,5 W	Jan. {
Jamaica	17° 56' 7",6 N	76° 54' 3" W	Oct. {
Gr. Cayman	19°,25 N	81°,5 W	Oct. {
Havaannah	23° N	82°,5 W	Nov. {
Teneriffa	28°,5 N	16°,25 W	Jan. {
Madeira	32°,5 N	17° W	Jan. {
New York	40° 42' 43",2 N	74° 3' 27" W	Dec. {
			1823
Drontheim	68° 25' 54",2	10° 23' 0",0 O	Oct. {
Hammerfest	70° 40' 5",3 N	23° 45' 45" O	Juni {
Grönland	74° 32' 18",6 N	18° 49' 57",4 W	Aug. {
Spitzbergen	79° 49' 57",8 N	11° 40' 30" O	Juli {

\*) Diese beiden Kolonnen sind hier hinzugefügt worden, indem das Original an ihrer Statt sich entweder auf frühere Angaben bezieht, oder Nachweisungen über die Localität des Beobachtungsortes enthält. Wo Länge und Breite bis auf Secunden angegeben ist, wurden zugleich Pendelversuche angestellt, und es sind eigentlich die Standpunkte für diese Versuche, worauf sich jene Angaben beziehen. In St. Thomas, Bahia, Drontheim und Grönland wurden auch die magnetischen Beobachtungen an den Pendelstationen selbst angestellt, an den an-



Als das gezeichnete Ende der Nadel war:

ein Nordpol		ein Südpol		Daraus hergeleitete Neigung **)	
und das Gewicht war:		und das Gewicht war:			
unten	oben	unten	oben		
F.	f	G.	g.		
86° 18',8	85° 12',1	94° 55',8	93° 44',9	0° 5',75 S	0° 4' S
86 23,3	85 12,8	94 45,4	93 39,8	0 9,6 N	
86 21,0	84 4,0	95 42,5	93 17,5	0 15,5 S	
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	4 12 N
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	5 10 S
65 59,5	61 30,5	72 44,2	68 15,5	23 11,5 N	23 7,75
67 58,1	58 50,0	73 51,25	65 5,0	23 4,0 -	
59 0,1	52 32,5	68 19,0	58 45,6	31 4,0 -	31 2,25
58 49,7	53 57,7	67 50,5	59 25,3	31 0,5 -	
50 58,3	46 32,2	54 59,2	51 0,0	38 58,0 -	39 2,5
54 49,4	42 9,4	57 37,0	45 46,1	39 7,0 -	
62 30,0	5 33,7	68 50,1	11 28,3	40 23,0 -	40 23,0
58 50,6	7 51,8	63 44,3	9 11,6	45 26,1 -	45 26,1
43 33,2	38 32,3	47 55,5	42 13,75	47 1,0 -	46 58,25
46 35,0	36 43,1	49 53,0	38 6,0	46 55,5 -	
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	48 48,3
38 45,5	36 47,0	41 19,3	36 12,5	51 55,3 -	51 55,0
49 9,0	0 19	50 14,1	- 1 15,75	59 50,0 -	59 50,0
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	62 12,3
19 21,4	13 40,3	20 26,9	13 57,5	73 5,0 -	73 5,0
19 42,0	9 54,0	20 54,0	10 47,0	74 35,0 -	74 43
38 40,0	-15 24,0	39 6,0	-14 18,0	74 51,0 -	
16 35	8 40,0	17 2,0	7 46,0	77 24,3 -	77 15,7
34 31	-14 1,0	36 0,0	-14 40,0	77 17,3 -	
13 9,0	12 23,5	13 18,0	12 43,0	77 5,7 -	80 11,0
27 31	-10 41,0	27 30,0	- 8 50,0	80 6,0 -	
14 49	4 0,0	14 34,0	5 11,0	80 16,0 -	81 11,0
31 46	-17 50,0	32 54,0	-18 13,0	81 16,0 -	
24 16	- 8 54,0	22 45,0	- 5 9,0	81 6,0 -	81 11,0
9 44	7 51,0	9 12,0	8 30,0	81 10,0 -	

dern Orten aber so nahe bei ihnen, daß für den vorliegenden Zweck der Unterschied in der Lage beider vernachlässigt werden kann. Die Angaben in Graden und Bruchtheile derselben sind aus einer späterhin vorkommenden Tafel entlehnt. P.

\*\*) Für Leser, die mit der Einrichtung des Inclinatoriums vom Hrn. Hofr. Mayer nicht bekannt seyn möchten, und vielleicht nicht Gelegenheit hätten, das über dieselbe im 48ft. und 76ft. Bd. dies. Ann. Enthaltene nachzuschlagen, bemerke ich

Die folgende Tafel giebt die Mittelzeit von 10 Schwingungen, welche Hrn. Browne's Nadel in ähnlichen Bogen an jeder der in der ersten Kolumne aufgeführten Stationen vollendete. Die zweite Kolumne giebt die Dauer der Schwingungen im magnetischen Meridian; das Quadrat dieser Zahlen drückt das umgekehrte Verhältniß der Intensität des Erdmagnetismus aus. Die dritte Kolumne enthält die correspondirenden Zeiten der Schwingungen in einer auf dem magnetischen Meridian senkrechten Ebene; die Quadrate der Zahlen in dieser Kolumne müssen mit den Quadraten der Zahlen in der vorhergehenden Kolumne übereinstimmen, nachdem letztere mit dem Sinus der Neigung dividirt sind. Es kann daher die Neigung selbst, wie durch Beobachtung, gefunden werden,

hier Folgendes: Der Schwerpunkt jener Inclinationsnadel liegt nicht in deren Drehungsaxe, sondern außerhalb derselben und meistens auch außerhalb der Ebene, die, senkrecht auf der Indexlinie (oder der auf den magnetischen Meridian projectirten magnetischen Axe der Inclinationsnadel), durch die Drehungsaxe gelegt ist. Der letzteren Ursache halber sind vier Beobachtungen nöthig. Bei der ersten (mit  $F$  bezeichneten) liegt der Schwerpunkt unterhalb der Drehungsaxe, bei der zweiten (mit  $f$  bezeichneten) bringt man ihn über dieselbe, indem man die Nadel von der Unterlage abhebt, und, nachdem sie um  $180^\circ$  um ihre Längsaxe gedreht worden, wieder auflegt. Bei der dritten und vierten Beobachtung ( $G$  und  $g$ ) wird eben so verfahren, nur daß man vorher die Pole der Nadel mit Hilfe eines Magnetes umgekehrt hat, so daß der frühere Südpol jetzt die Stelle des Nordpols einnimmt. Wenn alsdann gesetzt wird:

$$\text{tang } F + \text{tang } f = A; \text{ tang } F - \text{tang } f = B$$

$$\text{tang } G + \text{tang } g = C; \text{ tang } G - \text{tang } g = D$$

so ist

$$\frac{A \cdot D}{B + D} + \frac{B \cdot C}{B + D} = \text{dem Doppelten der Cotangente der magnetischen Neigung. } (P)$$

wenn man die Zeiten der Schwingungen im Meridian mit denen senkrecht darauf vergleicht. Die dadurch erlangten Resultate sind in die fünfte Kolumne gebracht, bis da, wo die Neigung so groß wird, daß, wegen des geringen Anwachsens der Sinus, diese Ableitungsmethode aufhört von praktischem Nutzen zu seyn. Die vierte Kolumne zeigt die Schwingungszeit der nämlichen Nadel, als sie an einer Vereinigung von ungedrehten Seidenfäden an einem Ende ihrer Axe aufgehängt war, so daß ihr nur eine horizontale Bewegung erlaubt war. Die Schwingungen wurden in einem hölzernen Gehäuse mit Glasfenstern vollführt, und der Aufhängefaden war fünfzehn Zoll lang. Die Quadrate dieser Zeiten müssen mit den Quadraten der Zeiten in Kolumne 2 übereinstimmen, nachdem letztere mit dem Cosinus der Neigung dividirt sind; dies liefert eine dritte Methode, die Neigung durch Beobachtung zu bestimmen, deren man sich bedienen kann, wenn die vorgehende nicht mehr zu brauchen ist. Die sechste Kolumne enthält die so abgeleiteten Neigungen. Die siebente Kolumne zeigt die auf directem Wege erhaltenen Resultate, aus der vorhergehenden Tafel abgeleitet und hier zum Vergleich mit denen in der 5ten und 6ten Kolumne hergestellt. In der achten Kolumne endlich steht die Neigung so wie sich aus dem Mittel der hier verglichenen Methoden ergibt.

	Dauer der 10 Schwingungen, in Sekunden		
	im magne- rischen Meridian	senkrecht auf dem magnet. Meridian	mit hori- zontaler Nadel
1.	2. = <i>M</i>	3. = <i>P</i>	4. = <i>H</i>
St Thomas	61",652	Stillstehend	. . .
Maranham	58,66	93,744	. . .
Sierra Leona	58,012	81,017	. . .
Trinidad	53,262	67,10	. . .
Jamaica	49,667	58,15	. . .
Gr. Cayman	49,61	57,288	. . .
Havannah	48,177	54,2	. . .
London	49,453	51,0	. . .
New York	44,667	45,687	. . .
Drontheim	49,643	50,552	96,75
Hammerfest	48,885	49,435	103,8
Grönland	48,05	48,4	116,507
Spitzbergen	47,562	47,9	121,36

Auf der Entdeckungsreise von 1819 bis 1820 hatte ich über die Intensität der Kraft Versuche gemacht, mit Nadeln, denen vermöge ihrer Aufhängeart nur eine horizontale Bewegung gestattet war, wie in dem Anhang zur Beschreibung jener Reise berichtet worden ist. Es ist nicht für nöthig gehalten, diese Versuche in der gegenwärtigen Zusammenstellung mit aufzunehmen, weil in Fällen, wo die Neigung der von 90 Grad so nahe kommt, die Anwendung einer horizontalen Nadel mehr eine Sache der Seltsamkeit wird, um im Allgemeinen die Verminderung der richtenden Kraft, welche die Compagnadel unter solchen Umständen erleidet, zu zeigen, als Nutzen hat



hergeleitete Neigung		auf gewöhn- lichem Wege gefundene Neigung	Mittel aus den gefunde- nen Neigun- gen
$\frac{M^2}{P^2} = \sin D$	$\frac{M^2}{H^2} = \cos D$		
5.	6.	7.	8.
. . . .	. . . .	0° 4' S	0° 4',0 S
23° 3'	. . . .	23 7,75	23 6,0 N
30 50,5	. . . .	31 2,25	30 57,0 -
39 3,3	. . . .	39 2,5	39 3,0 -
46 51,0	. . . .	46 58,25	46 55,0 -
48 35,0	. . . .	48 48,3	48 42,0 -
52 11,0	. . . .	51 55,3	52 3,0 -
70 5,8	. . . .	70 3,5	70 4,5 -
72 55,0	. . . .	73 5,0	73 0,0 -
74 40,0	77° 44',0	74 43,0	74 42,0 -
. . . .	77 11,0	77 13,3	77 13,3 -
. . . .	80 12,7	80 12,0	80 12,0 -
. . . .	81 10,0	81 11,0	81 10,5 -

für die Kenntniss der wirklichen Intensität des Magnetismus \*). Das Umgekehrte findet jedoch an den Punkten der Erde Statt, wo die natürliche Lage der Neigungsnadel wenig von der horizontalen Nadel abweicht. Unter solchen Umständen liefert sie vielleicht einen genaueren Vergleich über die relative Intensität, als die Neigungsnadel, weil diese wegen der Reibung

\*) Ihre Anwendung muss aufhören, allemal wenn die Ungewissheit bei der Neigungsbeobachtung, in der von dieser Beobachtung abhängenden Schwingungszeit eine entsprechende Ungewissheit herbeiführt, die so viel beträgt, als der noch hinzukommende wahrscheinliche mittlere Fehler in den Beobachtungen mit der horizontalen Nadel selbst.

auf den Ebenen, welche die Axen tragen, früher zur Ruhe kommt, als die an Seidenfäden aufgehängten Nadeln, und weil, je länger die Schwingungen fortgesetzt werden, um so größer die Genauigkeit der mittleren Schwingungszeit ist. Aus diesem Grunde ist auch für horizontale Nadeln die Anhängung an Fäden dem Ruhen auf einer Spitze vorzuziehen.

Der Apparat, welchen ich auf den Reisen von 1822 und 1823 für die horizontalen Nadeln einrichtete, ist in mancher Hinsicht dem in den J. 1819 und 1820 angewandten vorzuziehen; er ist einfach, kostet wenig und entspricht vollkommen seinem Zweck, wie aus der nachstehenden Beschreibung zu ersehen ist. Er besteht aus einem Kasten von Mahagonyholz, der Bequemlichkeit wegen von einer achteckigen Gestalt, und mit einem starken Glase bedeckt. Seine Höhe beträgt 15 Zoll und sein Durchmesser ist so groß, daß ein Stab von 7 Zoll Länge ungehindert zu schwingen vermag, welcher an einem Seidenfaden aufgehängt ist, der durch eine in der Mitte des Deckelglases eingelassene Messingplatte hindurchgeht. Eine am Boden der Büchse befestigte Metallscheibe von mehr als sieben Zoll im Durchmesser giebt den Schwingungsbogen an. Der Stab oder die Nadel wird von einem leichten Bügel getragen, und in diesem durch Verschieben völlig balancirt. Der Seidendraht von 15 Zoll Länge besteht aus einer hinlänglichen Anzahl von einzelnen Fäden um das Gewicht zu tragen, und wurde immer vorher mit einer Messingnadel, von gleichem Gewichte mit der Magnetnadel, beschwert, damit er sich auswickele. Alsdann wurde er ajustirt, indem man die Büchse so weit umdrehte, daß die Messingnadel

bei Ruhe im magnetischen Meridian lag. Die Büchse wurde gewöhnlich an einem geschützten Orte auf den Boden gesetzt, fern von Gebäuden oder andern Quellen zu localen Störungen. Die einzige Justirung, die, aufser der am Seidenfaden, nöthig war, bestand darin, den getheilten Kreis horizontal zu stellen; diese geschah mit einer kleinen Weingeist-Libelle (pocket spirit level) und mit hölzernen unter die Büchse gesteckten Keilen. Nachdem der Seidenfaden ohne Drehung war und man einen Magnetstab in den Bügel gelegt hatte, von dessen horizontaler Lage man durch seinen Parallelismus mit der Scheibe überzeugt war, wurde der Theilpunkt, auf welchem er zur Ruhe kam, als Nullpunkt aufgezeichnet. Hierauf wurde der Stab um 40 Grad aus dem Meridian abgelenkt und dort angehalten, mittelst eines durch das Deckelglas hindurchgehenden Kupferdrahtes, welcher von aussen her eine Azimuthalb Bewegung erhalten, und in die Höhe gezogen werden konnte, um die Nadel nach Belieben in Freiheit zu setzen und ihre Schwingungen anfangen zu lassen. Diese wurden nicht eher aufgezeichnet, als bis sie sich auf 30 Grad vermindert hatten; alsdann fing die Aufzeichnung an und wurde am Ende jener zehnten Schwingung wiederholt, bis der Bogen sich bis auf 10 Grad verringert hatte, wo der Versuch geschlossen wurde.

Die sechs Nadeln, welche in diesem Apparate gebraucht wurden, waren sehr von einander verschieden, sowohl in Geschwindigkeit der Schwingungen, als in Dauer des Intervalls zwischen der Oscillation von 30° und der von 10°. No. 1, 2, 3 und 5 waren, in Gestalt einander ähnliche, Stäbe von 7" Länge

0",25 Breite und 0",15 Dicke. No. 4 war ein Stab, in der Mitte von denselben Dimensionen, nach den Enden hin aber zugespitzt. No. 6 war cylindrisch, in der Mitte aber glatt, um in den Bügel zu passen. Sie alle waren im Sommer 1821 mit kräftigen Magneten magnetisirt und zu London sowohl im J. 1823 nach der Rückkehr vom Aequator, als im J. 1824 nach der Zuhausekunft von der Polarregion untersucht, wobei es sich ergab, daß sich die Mittelzeit (average time) ihrer Schwingungen durchaus nicht geändert hatte. Bloß No. 2 hatte, zwischen 1821 und 23, aus einer nicht einzufindenden Ursache seinen Gang beträchtlich geändert und wurde daher nicht weiter gebraucht. Die Beobachtungen, welche noch mit dieser Nadel gemacht und in der folgenden Tafel aufgeführt wurden, sind bei den nachherigen Folgerungen ausgeschlossen worden. Wenn die Nadeln nicht in Gebrauch waren, wurden sie, wie gewöhnlich, paarweise aufbewahrt, No. 1 mit No. 3, No. 2 mit No. 6 und No. 4 mit No. 5 jedesmal in einem besonderen Kästchen und mit ihren ungleichnamigen Polen zusammengelegt. Jede Nadel blieb, nachdem sie sich in dem magnetischen Meridian gestellt hatte, zwei bis drei Stunden in demselben liegen, bevor ihre Schwingungszeit ausgemittelt wurde. Die Zeiten wurden bis auf Bruchtheile einer Sekunde nach den Schlägen eines Chronometers aufgezeichnet.

[ Um das Verfahren bei seinen Versuchen auseinander zu setzen, giebt Hr. Sabine nun in einer Tafel das Detail der Versuche, welche von ihm auf St. Thomas mit jenen sechs Nadeln angestellt wurden. Der Raumerparung wegen ist diese Tafel hier fortgeblieben, indem man sich leicht auch ohne dieselbe einen deutli-

chen Begriff von der Beobachtungsweise machen kann. Sie ist nämlich, wie auch schon vorhin gesagt, einfach die: daß bei der 10ten, 20ten u. s. w. bis zur 100ten, und bei einigen Nadeln bis zur 150ten Schwingung, die Zeit des Chronometers aufgezeichnet, und aus den verschiedenen Zwischenzeiten das arithmetische Mittel (Average time) genommen wurde. Daß dieses Verfahren nicht völlig genau ist, sondern streng genommen eine Brechung angewandt werden muß, wie sie Hr. Prof. Hansteen gebraucht (d. Ann. Bd. 3. S. 259) ist bekannt, doch kann der hieraus entspringende Fehler bei den Sabine'schen Beobachtungen unberücksichtigt bleiben, da die größte Differenz zwischen der ersten und letzten Zwischenzeit noch nicht 3 Sekunden beträgt.]

Die nachstehende Tafel enthält nun, in Sekunden, die mittlere Dauer von 10 horizontalen Schwingungen jener sechs Magnetnadeln, bei einer Elongation, die anfangs  $30^\circ$ , und am Ende des Versuches  $10^\circ$  betrug.

Stationen	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
St. Thomas	116 <sup>''</sup> ,05	72,92	117,2	38,45	53,26	44,93
Bahia	..	73,87	119,5	39,07	54,03	46,07
Ascension	..	..	..	38,75	53,87	..
Maranham	..	73,17	..	..	52,88	45,04
Sierra Leona	..	74,08	119,76	38,93	53,56	45,67
Trinidad	116,43	73,75	117,44	38,73	52,96	45,24
St. Mary am Gambia	122,26	..	..	39,80	54,566	..
Porto Praya	125,49	..	..	40,70	55,25	..
Jamaica	114,30	72,31	114,31	37,4	51,90	44,39
Gr. Cayman	116,84	73,16	115,60	..	..	44,80
Havannah	117,50	73,41	118,07	38,41	..	45,27
Teneriffa	..	84,136	..	45,60	62,366	53,20
Madeira	..	..	141,80	46,20	..	..
London	1821	159,00	92,6	165,90	54,00	72,95
	1823	161,33	103,6	164,0	53,24	74,37
	1824	161,50	..	163,2	52,40	73,90
New York	..	156,09	..	156,0	50,64	70,55
Drontheim	..	180,84	..	182,67	60,20	..
Hammerfest	..	195,84	..	196,86	63,43	87,64
Grönland	..	220,80	..	221,42	71,78	..
Spitzbergen	..	229,26	..	231,81	75,11	10,39?

Um aus diesen Schwingungszeiten das Verhältniß der Intensität des Magnetismus zu finden, hat Hr. Sabine aus denselben die Dauer der Schwingungen abgeleitet, welche jene Stäbe im magnetischen Meridian gemacht haben würden. Bekanntlich geschieht es dadurch, daß man die Zeiten der horizontalen Schwingungen mit der Quadratwurzel aus dem Cosinus der magnetischen Neigung multipliziert. Nachstehende Tafel enthält die Dauer dieser Schwingungen im magnetischen Meridian für jede der sechs Nadeln.

Stationen	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
St. Thomas	116'',65	72'',92	117'',2	38'',45	53'',26	44'',93
Bahia	. .	73,77	119,3	38,96	53,96	46,0
Ascension	. .	. .	. .	38,67	53,75	. .
Maranham	. .	. .	. .	. .	50,70	43,19
Sierra Leona	. .	68,6	110,9	36,05	49,60	42,29
Trinidad	102,6	64,99	103,5	34,13	46,67	39,87
St. Mary's	106,7	. .	. .	34,74	47,63	. .
Porto Praya	105,1	. .	. .	34,09	46,28	. .
Jamaica	94,46	59,76	94,47	30,91	42,90	36,69
Grand Cayman	94,92	59,44	93,91	. .	. .	36,40
Havannah	92,14	57,57	92,57	30,12	. .	35,50
Teneriffa	. .	59,64	. .	32,32	44,21	37,71
Madeira	. .	. .	96,88	31,56	. .	. .
London	1821 93,0	54,09	96,88	31,54	42,60	36,18
	1823 94,22	60,78	95,77	31,10	43,43	37,04
	1824 94,33	. .	95,31	30,60	43,16	36,64
New York	84,40	. .	84,35	27,38	38,15	32,64
Drontheim	92,89	. .	93,84	30,92	. .	36,19
Hammerfest	92,10	. .	92,58	29,83	41,22	35,61
Grönland	91,12	. .	91,35	29,62	. .	34,97
Spitzbergen	89,80	. .	90,80	29,42	42,70	34,54

Die Quadrate der Zahlen in jeder Kolumne der obigen Tafel verhalten sich zu einander, umgekehrt wie das Verhältniß der Intensität des Magnetismus an den respectiven Stationen.

Nach Mittheilung dieser, sich fast über ein Achtel der ganzen Erdoberfläche erstreckenden Beobachtungen, untersucht Hr. Sabine, ob es möglich sey, für

dieselben ein allgemeines Gesetz aufzufinden. Vorläufig bemerkt er, die Meinung, daß die Intensität der magnetischen Kraft sich zugleich mit der Inclination verändere, sey zuerst von den Verfassern der Instruction für La Peyrouse ausgesprochen worden, was ihnen sehr zur Ehre gereiche, da ein Mann wie Cavendish im Gegentheil behauptete, der Magnetismus der Erde sey an allen Punkten derselben von gleicher Intensität, und diese Autorität noch dazu durch die damaligen Versuche unterstützt wurde. Er fügt hinzu, die erstere Meinung sey gegenwärtig, nach Bekanntwerdung der Beobachtungen des Hrn. von Humboldt, allgemein worden, der erste Versuch aber, eine Relation zwischen der Intensität und Inclination aufzustellen, habe Hr. Dr. Thomas Young im J. 1820 in den astronomischen und nautischen Sammlungen des Journals of the Royal Institution bekannt gemacht. Diesem Gesetze zufolge sollen, wenn  $T'$ ,  $T''$ ,  $T'''$  u. s. w. die Dauer der Schwingungen einer Nadel im magnetischen Meridian bezeichnen, für Orte, wo die Sinus der Neigung respective durch  $S$ ,  $S''$ ,  $S'''$  ausgedruckt sind, die Größen

$$\frac{2 T'^2}{\sqrt{4-3 S'^2}}, \quad \frac{2 T''^2}{\sqrt{4-3 S''^2}}, \quad \frac{2 T'''^2}{\sqrt{4-3 S'''^2}}$$

allemaal einander gleich seyn, also auch gleich  $T^2$ , wenn damit das Quadrat der Zeit von Schwingungen im magnetischen Meridiane desjenigen Ortes bezeichnet wird, wo die Inclination Null ist. So wie indeß dieses Gesetz unter andern auf die Annahme gegründet ist, daß sich die Neigung, entweder genau oder mit hinlänglicher Approximation, gemäß der Biot-

schen Hypothese, verändere, und diese Hypothese weit entfernt ist, überall mit der Erfahrung übereinzustimmen; so, bemerkt Hr. Sabine, stimmen auch die nach jener Formel berechneten Intensitäten keinesweges mit seinen Beobachtungen überein. Um dieses auf dem kürzesten Wege zu erweisen, berechnet Hr. Sabine aus den an jeder Station gemachten Neigungsbeobachtungen und aus den mit der Bröwne'schen Nadel gefundenen Zeiten der Schwingungen im magnetischen Meridian daselbst, diejenige Schwingungszeit, welche nach der genannten Formel für die Neigung = 0 Statt haben müßte. Da sich hiedurch für die Schwingungszeit unter dem magnetischen Aequator verschiedene Werthe ergeben, so nimmt Hr. S. aus allen das Mittel, und gebraucht dasselbe, um mittelst der Formel und den beobachteten Neigungen, die Schwingungszeit an den einzelnen Stationen wiederum abzuleiten. Die Quadrate der auf diese Art bestimmten Schwingungszeiten, welche sich umgekehrt wie die relativen Intensitäten verhalten, sind in der folgenden Tafel mit den unmittelbar aus den Beobachtungen hervorgehenden Intensitätsverhältnissen zusammengestellt; beide Reihen auf jenes arithmetische Mittel als Einheit bezogen, um einen direkten Vergleich anstellen zu können.



Stationen	magnetische Neigung		Intensitätsverhältniss		Differenz zwischen Rechnung und Beobachtung
			berechnet	beobachtet	
Neigung = 0	0°	0'	$T^2 = 1$	$61^2 3$ 1	
St. Thomas	0	4	1	0,99	+ 0,01
Maranham	23	6	1,06	1,09	- 0,03
Sierra Leona	30	57	1,12	1,12	- 0,00
Trinidad	39	3	1,19	1,33	- 0,14
Jamaica	46	55	1,29	1,52	- 0,23
Cayman	48	42	1,32	1,53	- 0,21
Havannah	52	3	1,37	1,62	- 0,25
London	70	3,5	1,72	1,54	+ 0,18
New York	73	0	1,79	1,88	- 0,09
Drontheim	74	42	1,82	1,52	+ 0,30
Hammerfest	77	13	1,87	1,57	+ 0,30
Grönland	80	12	1,92	1,62	+ 0,30
Spitzbergen	81	10,5	1,93	1,66	+ 0,27

Die Differenzen zwischen den beobachteten und berechneten Intensitätsverhältnissen, welche diese Tafel zeigt, „bemerkt Hr. S.“, sind gröfser, als dafs sie den wahrscheinlichen Beobachtungsfehlern zugeschrieben werden können. Das Deficit in der Berechnung bei allen westindischen Stationen sowohl, wie der Ueberschufs derselben bei den nördlichen Stationen, ist z. B. so grofs und systematisch, dafs dadurch völlig die vorausgesetzte Relation zwischen der Intensität und Inclination widerlegt wird, so wie überhaupt eine jede andere Relation, die man über die correspondirende Veränderung dieser beiden Erscheinungen aufstellen möchte.

Hr. Sabine untersucht nun, ob aus der Annahme von zwei magnetischen Polen, die einander und dem

Mittelpunkt der Erde unendlich nahe liegen und auf alle Punkte an der Erdoberfläche im umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen wirken, ein Gesetz für die magnetische Intensität hervorgehe, welches mit den Beobachtungen übereinstimme. An einer solchen magnetischen Kugel würde die Intensität, in dem größten Kreise, der den magnetischen Aequator darstellt, ein Minimum seyn; an jedem Pole dieses Kreises hingegen würde ein Maximum derselben liegen. Wenn man alsdann einem ähnlichen Beweise folgt, wie er von den Mathematikern in Bezug auf die vorausgesetzten Veränderungen der Neigung angenommen worden ist, so findet sich „bemerkt Hr. S.“ daß die Kraft an dem Aequator sich zu der an den Polen verhalte, wie 1 zu 2, und, in allen zwischenliegenden Punkten wie  $\sqrt{1+3\cos^2 i}$ , worunter  $i$  der Abstand dieser Punkte im Bogen größter Kreise (itinerary distance) von einem der beiden magnetischen Pole zu verstehen ist. Um dieses auf die Erdkugel anzuwenden, muß man zunächst den magnetischen Aequator bestimmen d. h. diejenigen Punkte auffuchen und mit einander verbinden, an denen die Intensität in Bezug auf alle übrigen Punkte ein Minimum ist. Leichter geschieht dies indess dadurch, daß man die Lage der Maxima der Intensität oder die Lage der magnetischen Pole bestimmt. Zu diesem Ende untersucht Hr. S. die Beobachtungen, welche auf den Reisen von 1818, 1819 und 20 angestellt wurden, und findet, daß das Maximum der Intensität in der nördlichen Hemisphäre, genau oder sehr nahe unter 60° nördlicher Breite und 80° westl. Länge (offenbar von Greenwich. *P.*) liegen müsse. Das so bestimmte Maximum ist bei der

ferneren Prüfung der Hypothese zum Grunde gelegt. Hr. Sabine berechnet nun zunächst für alle früher genannte Beobachtungsorte den Abstand (itinerary distance) derselben von jenem Maximum und alsdann die Gröſſe  $\sqrt{1+3\cos^2 i}$ , welche der Voraussetzung nach direct den verschiedenen Intensitäten proportional seyn soll. Mit diesen berechneten Intensitäten sind die aus der Beobachtung abgeleiteten zusammengestellt. Da indess an den magnetischem Aequator selbst keine Beobachtungen gemacht waren, und die demselben correspondirende Intensität den übrigen als Einheit zum Grunde gelegt werden mußte, so wurde jene zuvor durch ein ähnliches Verfahren wie vorhin bestimmt. Es wurden nämlich für die an verschiedenen Orten mit einer und derselben Nadel gemachten Beobachtungen, die Gröſſen  $T'^2 \sqrt{1+3\cos^2 i'}$ ,  $T''^2 \sqrt{1+3\cos^2 i''}$ ,  $T'''^2 \sqrt{1+3\cos^2 i'''}$ , u. s. w. berechnet, als die ihnen correspondirende Intensität am magnetischen Aequator betrachtet, und auf das Mittel aus ihnen allen, die ganze Reihe der beobachteten Intensitäten bezogen. ( $T', T'', T'''$  sind wie vorhin die beobachteten Schwingungszeiten, deren Quadrate sich umgekehrt verhalten wie die Intensitäten. *P.*) Eine solche Berechnung hat Hr. S. so wohl über die Schwingungen der Inclinationsnadel, als auch über die auf dem magnetischen Meridian zurückgeführten Schwingungen der 6 horizontalen Nadeln, angestellt, und die so aus der Beobachtung gefundenen Intensitätsverhältnisse zugleich mit dem arithmetischen Mitteln aus ihnen, neben den hypothetischen Intensitätsverhältnissen in der nachstehenden Tafel zusammengestellt. Zur Raumerparung ist hier von den aus der Beobachtung

abgeleiteten Intensitätsverhältnissen nur das Mittel beibehalten worden.

	Geographische		Berechn. Abstand v. nördl. Maxim. d. Inten- sität	Intensitätsverh.		Differenz zwischen Beobach. und Be- rechnung
	Länge	Breite		Mittel aus den beob- achtet.	Be- rechn.	
Magnetischer Aequator				I		
St. Thomas	0° 5' N	6° 75' O	87° 58'	1,045	1,005	+ 0,04
Ascension	8° S	14,5 W	85 8	1,02	1,01	+ 0,01
Bahia	13° -	38,5 -	80 16	1,02	1,04	- 0,02
Sierra Leona	8° 5' N	13,5 -	71 2	1,19	1,15	+ 0,04
Maranham	2° 5' S	44,0 -	68 31	1,16	1,18	- 0,02
Gambia	13,5 N	16,75 -	65 7	1,28	1,24	+ 0,04
Porto Praya	15 -	23,5 -	60 48	1,33	1,31	+ 0,02
Teneriffa	28,5 -	16,25 -	52 36	1,49	1,45	+ 0,04
Trinidad	10,5 -	61,5 -	51 23	1,39	1,47	- 0,08
Madeira	32,5 -	17 -	48 52	1,55	1,52	+ 0,03
London	51,5 -	. . .	42 57	1,62	1,62	0,00
Jamaica	18 -	77 -	42 3	1,62	1,63	- 0,01
Cayman	19,25 -	81,5 -	40 43	1,63	1,65	- 0,02
Drontheim	63,5 -	10 O	39 14	1,64	1,67	- 0,03
Hammerfest	70,5 -	24 -	39 1	1,69	1,68	+ 0,01
Havannah	23 -	82,5 W	36 53	1,72	1,71	+ 0,01
Spitzbergen	80 -	11,5 O	31 46	1,78	1,78	0,00
Grönland	74,5 -	19 W	26 9	1,75	1,85	- 0,10
Neu-York	40,5 -	74 -	19 40	1,99	1,91	+ 0,08

Die nachstehende Tafel enthält eine ähnliche Berechnung über die von Hrn. Sabine auf seinen beiden früheren Reisen gemachten Beobachtungen. Die Kolonne, worin im Original die Dauer von 10 Schwingungen aufgeführt wird, ist hier weggelassen, da man diese Angaben aus den vorhin gegebenen Tafeln entnehmen kann. Die mit \* bezeichneten Beobachtungen wurden auf dem Eise gemacht und die mit \*\* bezeichnete auf einem Eisberge von außerordentlicher Grösse.

	Nördl. Breite	westl. Länge	Berechn. Abstand v. nördl. Max. d. Intensit.	Intensitätsverh.		Differenz zwischen Beob. und Berechn.
				Beob- achtet.	Be- rechn.	
Mag. Aequat. 1818			90° 0'		1	
London	51° 31'	0° 8'	42° 57'	1,62	1,62	0,00
Shetland	60 9	1 12'	37 1	1,70	1,70	0,00
Davisstraße	68 22	54 0	13 53	1,94*	1,95	— 0,01
Hafen Insel	70 26	55 0	14 36	1,94	1,95	— 0,01
Davisstraße	70 35	67 0	11 50	1,98*	1,97	+ 0,01
Baffins-Bay	75 5	60 30	16 17	1,90*	1,94	— 0,04
Baffins-Bay	75 51	63 0	16 56	1,92*	1,94	— 0,02
Baffins-Bay	76 8	78 21	16 8	1,98*	1,94	+ 0,04
Baffins-Bay	76 45	76 0	16 49	1,99*	1,94	+ 0,05
1819 — 1820						
London	51 31	0 8'	42 57	1,63	1,62	0,01
Davisstraße	64 0	61 50	9 22	1,98*	1,98	0,00
Poffesion-Bay	73 31	77 22	14 20	1,95	1,96	— 0,01
Regents Bucht	72 45	89 41	13 17	1,96	1,96	0,00
B. Martin's Inf.	75 10	103 44	17 22	1 93	1,93	0,00
Melville's Inf.	74 27	111 42	18 30	1,92	1,92	0,00
Winterhafen	74 47	110 48	18 30	1,90	1,92	— 0,02

Wenn man die Differenzen zwischen der Rechnung und Beobachtung in der letzten Kolumne der beiden vorhergehenden Tafeln betrachtet, und erwägt, wie viele Fehler hier möglich sind, so kann „sagt Hr. S.“ die Uebereinstimmung dieser Beobachtungen mit dem für sie aufgestellten allgemeinen Gesetze nicht anders als überraschend seyn. Am größten sind die Differenzen zu Trinidad, Grönland und New-York, und zwar liegt bei den beiden ersten Stationen der Ueberschuß auf Seite der Rechnung, bei der letzten aber auf Seite der Beobachtung. Hr. S. bemerkt in Bezug auf *Trinidad*, daß hier partielle und zufällige Attractionen gewirkt haben müssen, weil die zu beiden Seiten anliegenden Stationen Maranham und Jamaica keine solche Abweichungen zeigen, und weil es vor allem zu Trinidad die horizontalen Nadeln seyn

deren Schwingungen sich abweichend verhalten; auf diese könne auch eine locale Attraction mehr wie auf die Neigungsnadel Einfluss haben, da sie nur durch einen Theil der regelmäßigen Wirkung des Erdmagnetismus afficirt werden. In Grönland und Neu-York lagen zwar die Standorte entfernt von allen Gebäuden und entsprachen in sofern ihrem Zweck vollkommen; allein in *Grönland* war der Boden ganz mit Eisen imprägnirt, und in *Neu-York* war das Wetter zur Zeit der Beobachtung *aufserordentlich kalt* und es fiel Schnee, so daß die Neigungs-Beobachtung mit der Mayer'schen Nadel nicht wiederholt werden konnte wie an andern Orten; deshalb ist auch die Intensitätsbestimmung mittelst der horizontalen Nadeln nicht ganz zuverlässig, und es kann nur die mit der Neigungsnadel gemachte berücksichtigt werden (das mit der Neigungsnadel gefundene Intensitätsverhältniß beträgt 1,96, das Mittel aus den mit den horizontalen Nadeln gefundenen : 2,03.).

Von den Beobachtungen im J. 1818, in der zweiten Tafel, bemerkt Hr. S., stimmen die 1te, 2te und 4te, welche auf dem Lande gemacht wurden, vollkommen mit der Theorie, eben so die 5te, die auf einem Eisberge von aufserordentlicher Größe angestellt ward, auf welchem Hr. S. den größten Theil des Tages verweilte, während das Schiff in Entfernung unter Segel war. Die übrigen Beobachtungen auf dem Eise wurden gelegentlich gemacht, wenn das Schiff durch Wind und Wetter in seinem Laufe gehindert war; sie können, nach Hrn. S. gelitten haben theils durch die Nähe des am Eise ankernden Schiffes, theils durch die Schwankungen in die das Eis durch den Stoß der Wel-

len verſetzt wurde, theils aber auch, wenn es ein Eisfeld war, auf welchem man beobachtete, durch die drehende Bewegung des Ganzen, die nur am Ende der Beobachtung zu bemerken war, und oft mehrere Grade im Azimuthe betrug. Die Beobachtungen im J. 1819 und 20 ſind unter viel günſtigern Umſtänden angeſtellt, und ſtimmen daher auch beſſer mit der Rechnung.

Bei einem Rückblick auf die hier mitgetheilten Verſuche, ſcheint es demnach „ſagt Hr. S.“ daſs, wenn die Erde als eine magnetiſche Kugel betrachtet wird, verſehen mit Polen, die denen in einer Eiſenkugel durch Vertheilung erzeugten analog ſind; ferner angenommen wird, daſs der Pol der nördlichen Hemisphäre ums Jahr 1822 in 60° nördl. Breite und 80° (oder genauer 78°) weſtl. Länge gelegen habe, und daſs die Kraft von dem Aequator ab, nach dieſem Pole hin, in dem Verhältniſs:  $\sqrt{1+3\cos^2 i}$  zunehme, — alſdann die Intensitätsverhältniſſe, welche an drei und dreißig über ein Viertel der Oberfläche einer Halbkugel vertheilten Stationen wirklich beobachtet wurden, ſo genau mit jenem Geſetze übereinſtimmen, daſs man die Abweichungen vernünftiger Weiſe nur den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern zuſchreiben könne.

Um dieſes noch mehr zu erläutern, hat Hr. S., in Bezug auf den unter 60° nördl. Breite und 80° weſtl. Länge (Greenwich) liegend angenommenen Magnetpol, eine genaue Polarprojection der Länder in der nördlichen Hemisphäre entworfen, und darauf in zweckmäßigen Intervallen die Linien von gleicher Intensität des Magnetismus eingetragen; Linien, welche nach der vorausgeſetzten Hypotheſe Parallelkreiſe ſind, und, wie man aus dem Vorhergehenden geſehen hat,

sich auch als solche aus den Beobachtungen des Hrn. S. ergeben. Fig. 13 Taf. III. giebt in verkleinertem Maassstabe die Karte des Originalen wieder, und wird ohne weitere Beschreibung verständlich seyn; sie enthält zugleich alle Beobachtungsstationen.

Das hier Mitgetheilte schliesst meines Erachtens das Wesentliche dieser Untersuchung ein. Was nun folgt, enthält den Wunsch, die hier angenommene Hypothese durch Intensitätsbestimmungen auf der südlichen Halbkugel der Erde geprüft zu sehen; die Vermuthung, daß eine periodische Veränderung in der Intensität vorhanden sey (die schon durch die Beobachtungen des Hrn. Prof. Hansteen, wenn auch nicht völlig erwiesen, doch wenigstens sehr wahrscheinlich gemacht worden ist) und daß die Ursachen derselben, entweder in einer Ortsveränderung der Magnetpole, oder in einem Wechsel der absoluten Kraft des Erdmagnetismus begründet seyen; endlich eine Nachweisung über mehrere Fehler in den vom Dr. Young im Journal of Sc. Vol. IX. p. 375 mitgetheilten Tafeln, und die wiederholte Bemerkung, daß die Grösse der horizontalen Kraft nicht bloß durch eine Funktion der Neigung allein ausgedrückt werden könne, wie es von jenem versucht worden ist. Zuletzt schliesst Hr. S. mit der Bemerkung, es sey für die Schiffahrt ein glücklicher Umstand, daß die Grösse der Neigung nicht immer mit der Intensität der magnetischen Kraft parallel laufe, und daß sich die stärksten Neigungen in beiden Hemisphären auf Gegenden beschränken, welche man wegen anderer natürlicher Hindernisse selten befahre. Wenn z. B. in Westindien, auf dem gewöhnlichen Rückwege von da, längs dem Laufe des Golphi-



stroms, und überhaupt an den Küsten der vereinigten Staaten und der Britischen Besitzungen in Nord-Amerika, die Neigung der Intensität entspräche, so würden die daraus hervorgehenden Unregelmäßigkeiten in der Richtung der Kompaßnadel, sehr beschwerlich fallen, während sie jetzt bei der Schifffahrt in einer so ausgedehnten, und so stark besuchten Gegend des Oceans in praktischer Hinsicht nur von sehr geringem Belange sind.

Beobachtungen über die täglichen Oscillationen der horizontalen Magnetnadel zu Hammerfest und Spitzbergen.

Die wenigen Beobachtungen über die täglichen Oscillationen der Magnetnadel, welche Zeit und Gelegenheit zu machen erlaubten, sind hier in der Hoffnung mitgetheilt, daß sie wegen der Lage der Beobachtungsorte, und wie Hr. S. hinzufügt, wegen der Sorgfalt, welche auf sie verwandt wurde, denjenigen Personen einen Dienst erweisen werden, die sich mit Erforschung der Natur und Ursache dieses Phänomens beschäftigen.

Die Beobachtungen wurden mit einem sehr vollständigen und trefflichem Apparate gemacht, der von Dollond gearbeitet ist, und Hrn. Browne gehört. Die Magnetnadel hängt darin an einem Seidenfaden von mehreren Zollen Länge; derselbe geht über eine Rolle und ist am andern Ende mit Gewichten versehen, um entweder das ganze Gewicht der Nadel oder einen Theil desselben zu contrebalanciren, so daß die Nadel von dem Stifte, auf welchem sie sonst ruht, entweder gar nicht oder nur zum Theil getragen wird. Der graduirte Kreis hält 7 Zoll im Durchmesser, und seine unmittelbare Theilung

geht bis zu 10 Minuten. Durch Mikrometerfäden im Gesichtsfelde zweier zusammengesetzten Mikroskope, von denen eines am Nordende der Nadel, das andere am Südende derselben befestigt ist, können jene bis zu einzelnen Sekunden getheilt werden. Die nöthigen Adjustirungen bestehen darin, daß der Kreis horizontal liege, daß der Faden, wenn er die Nadel trägt, frei von Tension sey, und daß die Mikrometerfäden, wenn sie auf Null stehen, mit der nächsten Hauptabtheilung zusammenfallen. Der ganze Apparat erfordert eine isolirte und sehr feste Aufstellung, so wie große Vorsicht, wenn man sich ihm nähert und die Schrauben berührt, Durch ein rundes Zelt von Leinwand, an welchem die Holzarbeit mit Kupfer beschlagen war, wurde der Apparat vor dem Wetter geschützt, und für das Zelt waren solche Orte ausgesucht, daß die Nadel nicht durch zufällige Besucher gestört werden konnte. Es wurden beide Enden der Nadel beobachtet, doch nur die Bewegungen des Nordendes aufgezeichnet, da die des Südendes mit denselben correspondirten, indem das Gegenwicht geringer war als das Gewicht der Nadel. Die Hauptabtheilung, mit welcher das Mikrometer coïncidirte, wenn dasselbe auf Null stand, lag im Westen des Nordendes der Nadel, sowohl zu Hammerfest als zu Spitzbergen; die größeren Zahlen des Tagebuchs bezeichnen also eine Oscillation nach Osten, und die kleineren Zahlen eine Oscillation nach Westen. Die folgenden Tafeln enthalten die Beobachtungen.

I. Tägliche Oscillation der horizontalen Magnetnadel zu Hammerfest, im Juni 1823. Nördl. Breite = 70° 40'.  
Inclination = 77° 13' N. Declination = 11° 26' W.

Stunde	Juni		14	15	16	17	18	19	20	21	22	Mittlere Stelle der Nadel	Abweichung d. Nordendes der Nadel, von seiner mittla- ren Stelle
	12	13											
6 M.	.	.	.	.	.	12' 0"	.	10 30"	12' 10"	10' 0	11' 11	2' 14" östl.	
7½ -	.	.	.	.	13 50	12 0	.	.	.	10 30	11 15	2 18	
9 -	.	12' 25"	.	.	11 25	10 40	.	9 10	11 20	10 0	11 37	2 41	
10½ -	.	3 0	12 0	12 0	8 50	5 0	9' 15"	5 23	11 0	.	10 59	2 2	
Mittag	.	3 20	4 45	9 30	8 40	7 40	.	2 50	6 16	5 8	6 23	2 34 westl.	
1½ A.	.	5 0	4 45	8 0	8 20	7 45	.	3 40	5 45	.	6 11	2 46	
3 -	.	6 30	4 0	7 30	8 20	7 45	5 30	6 43	6 14	.	6 15	2 42	
4½ -	.	8 10	4 40	8 20	8 50	7 0	6 30	5 25	6 30	.	6 34	2 23	
6 -	8' 20"	7 0	5 0	9 10	7 0	8 25	8 20	8 15	6 40	.	7 30	1 27	
7½ -	8' 20"	5 0	5 40	8 20	8 0	8 25	7 30	8 40	6 40	.	7 29	1 52	
9 -	.	9 30	8 30	8 20	8 0	.	8 30	9 0	6 40	.	7 25	1 52	
10½ -	12 45	12 20	21 30"	8 40	8 0	.	9 40	9 30	6 40	.	8 24	0 33 östl.	
Mitternacht.	.	12 0	.	.	10 30	.	9 40	10 7	.	.	9 32	0 35 östl.	
1½ M.	.	12 0	.	10 50	10 30	.	9 40	.	.	.	10 11	1 14	
3 -	.	12 10	.	.	11 0	.	.	12 0	.	.	11 7	2 10	
4½ -	.	12 10	.	.	.	.	.	12 0	9 25	.	11 5	2 8	
Mittlere Stelle der Nadel												8' 57"	

\*) Diese unregelmäßige Ablenkung der Nadel, von mehr als 12 Minuten nach Osten, bemerkt Hr. S., muß durch irgend eine Ursache in der Natur entstanden seyn. Keiner hatte sich seit der vorhergehenden Beobachtung der Nadel genähert, und sie befand sich in völliger Ruhe, als Hr. S. mit der gewöhnlichen Vorrichtung die Beobachtung machte. Am folgenden Morgen um 10½ Uhr befand sich die Nadel in ihrer gewöhnlichen Lage. Diese Beobachtung, die einzige unregelmäßige während der zehn Tage, ist zu dem Mittel nicht benutzt.

II. Tägliche Oscillationen der horizontalen Magnetnadel zu Spitzbergen, im Juli 1823. Nordl. Breite  
 = 79° 50'. Inclination = 80° 10' N. Declination = 25° 12' W.

Stunde	Juli	5	6	7	8 *)	9	10	11	Mittlere Stelle der Nadel	Abweichung d. Nordendes der Nadel von seiner mittlere- ren Stelle.
6 M.	•	10' 34"	10' 20"	•	10' 15"	•	•	•	10' 28"	2' 42" östl.
7½ -	•	10 0	10 20	•	10 18	•	•	•	10 13	2 32 -
9 -	•	9 30	8 56	•	9 30	•	•	•	9 14	1 33 -
10½ -	•	8 30	7 40	8 8	8 30	•	•	9 0	8 3	0 22 -
Mittag	•	7 30	6 0	7 35	6 25	7 28	8 0	7 58	7 25	0 16 weatl.
1½ -	•	4 44	6 0	•	6 30	5 48	•	•	5 53	1 48 -
3 -	•	4 35	6 26	6 30	5 53	5 12	•	•	5 41	2 0 -
4½ -	•	3 35	5 30	6 30	5 53	5 12	•	•	5 23	2 18 -
6 -	•	4 13	5 7	5 43	5 53	4 53	5 8	5 42	5 18	2 23 -
7½ -	•	4 13	5 7	5 40	6 12	4 54	4 53	5 31	5 18	2 45 -
9 -	•	4 13	5 7	4 35	6 50	•	5 44	•	5 20	2 21 -
10½ -	•	6 30	6 33	6 30	7 20	6 14	6 20	6 52	6 37	1 4 -
Mittn.	7' 37"	7 20	8 50	8 0	•	•	8 0	•	7 57	0 16 östl.
1½ -	8 50	8 45	9 34	•	•	•	•	•	9 3	1 22 -
3 -	11 36	11 37	10 46	•	10 37	10 30	10 15	9 14	10 40	1 59 -
4½ -	11 50	10 50	11 30	10 15	9 81	12 0	•	10 20	10 54	2 13 -
Mittlerer Ort der Nadel 7' 41"										

\*) Um 7 Uhr Morgens eine Sonnenfernseht.

**Zusatz** Es kann der Aufmerksamkeit des Lesers gewiß nicht entgangen seyn, daß Hr. Sabine sich in einigen Stücken merklich von dem entfernt, was wir bisher über den Erdmagnetismus zu wissen glauben. Denn abgesehen davon, daß Hr. S. nur zwei Magnetpole auf der Erde annimmt, giebt derselbe auch dem nord-amerikanischen Pol eine Lage, die von der durch Hrn. Prof. Hansen (Ann. IV. 277) bestimmten sehr beträchtlich abweicht und überdies betrachtet er den magnetischen Aequator, von dem wir wissen, daß er eine sehr unregelmäßige, den geographischen Aequator viermal durchschneidende Linie darstellt, nur als einen größten Kreis der Erdkugel. Diese Abweichung erklärt sich zum Theil dadurch, wenn man, was nicht unwichtig ist, bemerkt, daß Hr. S. unter magnetischem Pol und Aequator etwas ganz anderes versteht, wie sonst die Physiker. Hr. S. bezieht nämlich beide auf die *Intensität* der Kraft und begreift daher unter Pol einen Punkt an der Erdoberfläche, wo jene ein Maximum, und unter Aequator eine Linie daselbst, wo jene ein Minimum ist. Da es nun keinesweges durch die bisherigen Beobachtungen erwiesen ist, daß das Maximum der Intensität mit einer senkrechten, und das Minimum derselben mit einer horizontalen Richtung der magnetischen Kraft zusammenfällt, so ist es auch glaublich, daß die Resultate des Hrn. S. zum Theil aus diesem Grunde von den früheren Bestimmungen abweichen. Ob übrigens der Intensitätsäquator wirklich von dem Inclinationsäquator verschieden ist, und ob der erstere einen größten Kreis darstellt, auf dem, wie Hr. S. stillschweigend voraussetzen scheint, die Intensität überall eine gleiche Größe habe, das kann wohl nur durch eine ausgedehntere Reihe von Beobachtungen entschieden werden. Die hier mitgetheilten Intensitätsbeobachtungen, da sie von einem so ausgezeichneten Beobachter, wie Hrn. Sabine, herrühren, behalten gewiß immer ihren Werth; aber verschwiegen darf es wohl nicht werden, daß die obigen Resultate, so wie die ähnlichen aller früheren Untersuchungen eine bedeutende Unsicherheit einschließen, dadurch, daß vernachlässigt wurde, auf die Temperatur der schwingenden Magnetnadel Rücksicht zu nehmen. Der Einfluß geringer Temperaturänderungen auf die Wirksamkeit einer Magnetnadel ist nicht neu. Schon Hr. B. Saussure und Coulomb kannten denselben, und namentlich fand der erstere

mittelt seines Magnetometers, daß ein Magnetstab an Kraft verliert, wenn die Temperatur steigt, so wie, daß er an jener gewinnt, wenn diese abnimmt, und daß schon ein Temperaturunterschied von einem halben Grad der Reaumur'schen Scale auf diese Art bemerklich gemacht wird (Gehlers Würtb. V. 615). Diese Beobachtungen sind späterhin nicht beachtet worden; vor Kurzem aber haben die Hrn. Christie und Kupffer (ersterer in den Phil. Transact. für 1825 pt. II., letzterer in den Ann. de Chem. et Phys. XXX. 113 und Kastner's Arch. VI. 185) durch gleichzeitige Versuche abermals gezeigt, daß die Dauer der Schwingungen einer Magnetnadel sehr beträchtlich durch Temperaturverschiedenheiten modificirt wird und wahrscheinlich nur periodisch, wenn die Wärmeänderungen gering sind. Für Untersuchungen über die Intensität des Erdmagnetismus geht daraus die Nothwendigkeit hervor, daß man bei den Beobachtungen genau die Temperatur der Magnetnadel aufzeichne, und sie auf eine Normaltemperatur reducire, mittelst einer Correctionstafel, die man am Besten für jede Nadel besonders, nach deren Schwingungen bei den in Luft vorkommenden Temperaturen entworfen hat. Prof. Hansteen, dem die Veränderlichkeit in der Dauer der Schwingungen einer Magnetnadel nicht entgangen war, aber glaubte, die Ursache dazu bloß in der wechselnden Intensität des Erdmagnetismus suchen zu müssen, hat sich einer Correction nach Tages- und Jahreszeit bedient, durch welche auch die Resultate gewiß bei weitem genauer geworden sind, als sie ohne dieselbe geblieben seyn würden. Es ist aber leicht zu erachten, daß diese Correction, zufolge der neueren Erfahrungen, nicht ganz ausreicht, und daß über alle mit der Intensität des Erdmagnetismus zusammenhängenden Erscheinungen nur erst dann mit Sicherheit entschieden werden kann, wenn die Resultate der Beobachtung von dem Einflusse der Wärme befreit anzunehmen sind. (P.)

---

## XV.

*Ueber die Wirkung gewisser ätherischer Oele auf die Lösung des Phosphors in fetten Oelen;*

von

A. WALCKER.

Das Leuchten der Auflösung des Phosphors in fetten Oelen (Mohnöl wandte ich an) wird durch Hinzufügung gewisser Oele augenblicklich zerstört, selbst wenn diese nur  $\frac{1}{30}$  und sogar nur  $\frac{1}{50}$  der Phosphorauflösung betragen. Diese Oele sind: das rectificirte Terpentin- und Bernsteinöl, das Rosmarin-, Bergamott- und Citronenöl (Ol. de Cedro), das Camillenöl der Pharmacop. boruss. (dem bekanntlich etwas Citronenöl hinzugefügt ist), das Oel der Angelikenwurzel, der Wachholderbeeren, des Peterfilienfarns und der Muscatnuss, so wie das Oel, welches bei trockner Destillation der Braunkohle und nachheriger Rectification des Destillates gewonnen wird. Vom Anis-, Cajeput-, Lavendel-, Rauten-, Sassafras-, Rainfarren-, Cascarillen-, Pfeffermünz-, Pomeranzenblüth-, Fenchel-, Baldrian-, Sadebaum- und Kirschchlorbeeröl, so wie vom Copaivaebalsam, dem Oel der bittern Mandeln und dem aus der Rinde des *Prunus padus*, muß man der Phosphorauflösung  $\frac{1}{3}$  und selbst noch mehr hinzufügen, um das Leuchten derselben zu zerstören. Das Nelkenöl, das Zimmtcassienöl, das rectificirte Steinöl, der peruvianische Balsam und der Kampher heben das Leuchten der Phosphorlösung

nicht auf, sondern schwächen es nur in dem Grade, als sie die Lösung verdünnen. Es ist auffallend, daß selbst rauchende Salpetersäure, tropfenweise bis zu  $\frac{1}{2}$  dem Phosphoröl hinzugefügt, das Leuchten desselben nicht so plötzlich aufzuheben vermag, wie die genannten Oele. Um das Leuchten des Phosphoröls am deutlichsten zu erkennen, muß man dasselbe in einer davon bis etwa zum Viertel erfüllten Flasche umschütteln und durch Oeffnen derselben frische Luft hineinlassen, wenn durch Absorption des Sauerstoffes das Leuchten aufgehört hat. Die vorhin genannten ätherischen Oele waren von bester Qualität und die meisten derselben von mir selbst destillirt.

Bei Wiederholung der von Tuchen (dessen kurze Uebersicht der wichtigsten Reagentien u. s. w. S. 56) angegebenen Versuche über das Verhalten mehrerer ätherischen Oele gegen Jod fand ich, daß Wachholderbeer-, Sadebaum-, Rosmarin-, Lavendel-, Citronen- (de Cedro) und rectificirtes Terpentinöl sich mit Jod unter explosiver Verflüchtigung desselben erhitzten, während dies beim Zimmt-, Nelken- und Sassafrasöl nicht der Fall war.

Noch stehe hier die Bemerkung, daß Essigsäure, die ätherische Oele aufgelöst enthält, das Silberoxyd und Quecksilberoxyd reducirt, wenn sie mit den salpetersauren Lösungen derselben bis zum Sieden erhitzt wird. Die Reduction erfolgt aber nicht so augenblicklich, wie es bei der Ameisensäure der Fall ist. Es bedarf daher wohl Hrn. Goebel's Angabe, daß der Liquor pyro-tartaricus Ameisensäure enthalte, noch einer weiteren Bestätigung.



## XVI.

*Der Thermometrograph der Sternwarte zu Halle;*

von

Observator Dr. WINCKLER.

Im 8ten Stück des vorigen Jahrganges dieser Annalen, S. 384, sagt Hr. Hallström hinsichtlich meiner Luftwärme - Beobachtungen, als er dieselben bei seiner „*Bestimmung der mittleren Wärme der Luft*“ mit in Rechnung nahm: ad 3, „dass die Beobachtungen des Maximums nicht immer gebraucht worden seyen, weil sie, zu groß gegen die übrigen, eine solche Abweichung von dem Gesetz der Stetigkeit zeigten, dass es sehr wahrscheinlich sey, die Thermometer für das Maximum seyen fehlerhaft oder das Local leide etwas von direct auffallendem Sonnenlicht.“

Wenn ich auch gegen die Benutzung dieser Beobachtungen nichts einzuwenden habe, so wird doch der gelehrte Hr. Verfasser jener Abhandlung, in Betreff der ihm sehr wahrscheinlichen Fehlerhaftigkeit meiner Beobachtungen, mir erlauben, dass ich, um dem Publikum und ihm einen richtigen Gesichtspunkt zur Beurtheilung dieser Wahrscheinlichkeit zu geben, meinen Thermometrographen, die Aufstellung desselben und die Weise, wie er beobachtet wird, gegenwärtig beschreibe.

*Das Instrument.* In einem 10" langen und 3" breiten Rahmen von geschwärztem Eisen, dessen Dicke 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> im Quadrat beträgt, liegen, in der Mitte, dicht nebenein-

änder, zwei Thermometer, das eine mit Quecksilber, das andere mit Weingeist gefüllt, so, daß ihre Kugeln von einander abgekehrt stehen, oder daß die Kugel des einen neben der Spitze des andern sich befindet. Vom Eisen des Rahmens steht jede 1'',25 ab. Zu jedem Thermometer, das nur an den Enden fest, daher in seiner Länge frei ist, ist seine Skale, von Glas, so eingelegt, daß ihre Oberfläche, welche die Theilung trägt, zur Vermeidung der Parallaxe, mit der Axe der Röhre in einer Ebene liegt.

Die Theilung selbst ist mit Diamant eingeschnitten, scharf und nett; die Länge eines Grades des Quecksilber-Thermometers beträgt, bei einem Kugeldurchmesser von 5'''5, nahe 1''; die des Weingeist-Thermometers aber, dessen Kugel 8''' Durchmesser hat, 2'''25. (Alle Maasse, die ich angebe, sind altfranzösische.)

Zum Quecksilber-Thermometer wurde ein Rohr gebraucht, das bei Prüfung ganz kalibrisch war, und seine Grade reichen bis etwas über den Siedepunkt des destillirten Wassers, der im Biot'schen Siedegefäße bestimmt wurde, als das Barometer gerade auf 28'' stand.

Das Weingeist-Thermometer wurde nach diesem Quecksilber-Therm. graduirt, indem beide, letzteres mit seiner Skale, in Wasser gestellt wurden, was man sehr langsam erwärmte und eben so langsam wieder erkalten liefs. Von 5 zu 5 Graden wurde der Stand des Weingeistes auf der Röhre mit aufgelöstem Siegelack durch einen feinen Harpinfel bemerkt, indem bis nahe unter dem bezeichneten Punkt stets die beiden thermometrischen Flüssigkeiten in Wasser eingetaucht blie-

ben. Zwischen beiden, beim Erwärmen und Erkalten, bemerkten Ständen des Weingeists wurde das Mittel genommen und dann die zwischenliegenden Grade proportional interpolirt.

Es folgt hieraus: das diese beiden Thermometer möglichst harmoniren.

In das Queckfilber-Therm. kam dann eine feine, blau angelaufene Stahlnadel, und in das mit Weingeist gefüllte, dessen Röhre weiter ist, wurde in den Weingeist selbst ein an der Lampe dünn ausgezogener, hohler Faden blauen Glases gebracht, dessen Endöffnungen mit kleinen Knöpfchen sich schliessen.

Ich selbst verfertigte, die Metallarbeiten ausgenommen, den Thermometrographen, und theilte seine Skalen auf einer, wie ich glaube, recht guten Theilmaschine, die mir eigen ist und die eine proportionale Zwischenlegung der Grade, beim Weingeist-Therm., genau gestattet.

*Aufstellung.* Die hiesige Sternwarte liegt im botanischen Garten auf dessen höchster Stelle, und hat eine nach N, W und O ganz freie Aussicht; nach SO hin ist sie durch die Stadt beschränkt, doch sieht die Sternwarte meist über dieselbe hinweg und liegt jedenfalls weit genug von ihr ab, als das ihre Nähe irgend Einfluss haben könnte.

Sie hat nach jeder der 4 Kardinalgegenden hin einen Balkon, 6' lang 3' breit von Stein, zu denen Glas- thüren aus dem Beobachtungssaale führen. Vor dem nach N hängt, 1 Fuß vom Fenster ab, an einem Eisenstabe drehbar und mit einer Druckschraube festzu-

stellen, der Thermometrograph, das freie Thermometer und das Hygrometer, nach Riché'scher Bauart, mit 8 Haaren. Das freie Thermometer hat, bei einer Kugel von 4'''<sub>5</sub> Durchmesser an einem genau kalibrierten Rohre, Grade von 2'''<sub>5</sub> Länge, deren jeden ich, um 0°,1 unmittelbar ablesen zu können, in 5theilte, wiederum mit Diamant auf starkes Spiegelglas, dessen Theilungsoberfläche gleichfalls in der Axe der Röhre steht. Der Balkon hat 32' Abstand vom Boden des Gartens und die Instrumente hängen 5' über seiner Oberfläche.

Zwischen dem Thermometrograph und der Sonne befindet sich also die ganze Masse der Sternwarte mit starken Mauern und 30' Durchmesser des Beckes, das sie innen bildet; 20' liegt ihr Dach höher als der Balkon.

Der N-Seite gegenüber sind keine Gegenstände, als in der Ferne Obfibaume; rechts stehen, 20 Schritt von ihr ab, einige Tannen und links ein Kastanienbaum, deren Wipfel aber alle, besonders die der Obfibaume, das Niveau des Balkons bei weitem nicht erreichen.

*Es fällt also weder directes Sonnenlicht auf, noch wird dasselbe etwa reflectirt.*

*Beobachtung.* Morgens 8 Uhr wird der Thermometrograph gestellt: derselbe wird senkrecht gedreht und sogleich sinkt die Stahladel auf das Quecksilber, die Glasmarke auf die *innere* Oberfläche des Weingeistes. Wiederum horizontal gedreht wird das Instrument der Einwirkung der Lufttemperatur überlassen.

Während die Wärme des Tages das Quecksilber ausdehnt, schiebt dies die Nadel vor sich her und

läßt sie liegen, wenn es sich, indem es kälter wird, wieder zusammenzieht. Die Kälte der Nacht, oder vielmehr des Morgens, zieht den Weingeist zusammen und dessen Oberfläche nimmt, wegen der Adhäsion zur Röhrenwand, die Glasmarke mit nach der Kugel hin zurück, und diese bleibt, wenn der Weingeist wärmer wird und mithin dessen Oberfläche wieder vorgehet, an ihrer Stelle.

Das Ende der Stahlnadel zeigt das *Maximum* und der Anfang der Glasmarke das *Minimum* der Wärme an, die in den 24 Stunden Statt haben, von früh 8 bis wieder früh 8 Uhr, wo ich *durch das Fenster* die Grade ablese, die wie die Enden der Marken gegen den lichten Himmel hin sehr deutlich sich zeigen.

Diese Ablefungen notire ich sogleich im Tagebuche und gehe dann auf den Balkon hinaus, um den Thermometrograph von neuem zu stellen.

Das Instrument ist zu einfach, um in dessen Construction Fehler zu vermuthen, es liegt zu klar vor dem Auge, um nicht sogleich jeden Zufall, der ihm etwa begegnete, beim Vergleich mit dem freien Thermometer, der fleißig geschiehet, zu entdecken, und ist zu leicht zu behandeln und zu beobachten, um fehlen zu können.

Construction, Aufstellung und Beobachtung ist daher wie man sie nur wünschen kann, und ich überlasse jetzt Herrn Hallström, ohne Weiteres auf seine Vermuthung zu entgegnen, etwanige Fehler gegen das Resultat seiner Formel, in dieser selbst, nicht in meinen Beobachtungen zu suchen.

Zuviel Arbeit und zuviel Sorgfalt, bemerke ich schliesslich noch, wende ich auf meine Beobachtungen, als das ich nicht die Instrumente, mit denen ich sie anstelle, und die ich glaube beurtheilen zu können, genau geprüft und ganz dem jetzigen Zustande der Wissenschaft angepasst hätte.

Sicher darf ich hoffen, das diejenigen Herren Gelehrten, die die hiesige Sternwarte besuchten und denen ich meine Instrumente vorzuzeigen die Ehre hatte, mir dies bezeugen werden.

---

---

# ANNALEN DER PHYSIK.

---

JAHRGANG 1826, ZWEITES STÜCK.

---

## I.

*Ueber die magnetische Polarisation der Metalle und  
Erze durch Temperatur-Differenz;*

von

Dr. T. J. SEEBECK;

(Fortsetzung.)

---

33. Die Stärke der magnetischen Polarisation in den zweigliedrigen metallischen Ketten, ist, bei gleicher Vollkommenheit der Verbindung und bei gleicher Temperaturdifferenz, dennoch beträchtlich verschieden. Die stärkste Polarität erlangen Ketten von *Wismuth* und *Antimon*, nächstdem manche andere Metalle von den entgegengesetzten Enden der magnetischen Reihe, wie z. B. *Zink* mit *Wismuth*; *Nickel* mit *Antimon*; *Platina* 1. mit *Antimon* u. f. w. Ein Metall nahe aus der Mitte der Reihe, z. B. *Kupfer* 2. giebt mit einem über oder unter ihm stehenden Metalle eine Wirkung, die um so stärker ist, als letzteres mehr dem Ende nahe steht und umgekehrt. Ueberhaupt ist die Wirkung der in der Reihe einander nahe stehenden Metalle schwach, z. B. die von *Palladium* mit *Platina*; von *Blei* mit *Zinn* u. f. w.

Hienach könnte man glauben, daß unsere *magnetische Reihe der Metalle* zugleich eine *magnetische Spannungsreihe* sey, in welcher die Metalle sich nach der Stärke der magnetischen Spannung geordnet hätten, und daß für diese Reihe ein ähnliches Gesetz gelte, wie das Gesetz Volta's für die *elektrische Spannungsreihe*, dem zufolge, unter übrigens gleichen Bedingungen, die magnetische Spannung der verbundenen *äußersten* beiden Glieder der Reihe gleich wäre der Summe der magnetischen Spannungen der mit ihnen und mit einander, der Reihe nach, verbundenen Zwischen - Glieder. Der Aufstellung eines solchen Gesetzes widersprechen aber manche Thatfachen. Es giebt Ketten von zwei einander *nahe* stehenden Metallen, die eine *starke* Wirkung haben, und andere von weit auseinander stehenden Metallen, deren Wirkung *schwach* ist. So z. B. wirkt Tellur mit *Wismuth* und mehreren Metallen *schwächer* als *Antimon*, mit *Silber* aber *stärker* als mit den meisten über *Silber* stehenden Metallen. *Antimon* wirkt mit *Kupfer* 2, ja selbst mit *Cadmium* stärker als mit *Quecksilber*. *Arsenik* wirkt mit *Gold* 1 schwächer als mit *Kupfer* 2 oder mit *Zink*, u. s. w.

34. Die magnetische Polarisation von Ketten, welche aus mehreren einzelnen Gliedern oder mehreren Gliederpaaren zusammengesetzt sind, wird eben sowohl durch die Ordnung der Metalle in der magnetischen Reihe bestimmt, als die der zweigliedrigen Ketten. Sind drei Metalle mit einander verbunden, so verhalten sich immer zwei Berührungspunkte in polarisirender Action einander gleich, und dem dritten (worin sich die äußeren Metalle berühren) ent-



gegengesetzt. Wird z. B. der Berührungspunkt *c* (Fig. 8) allein erwärmt, so weicht die Nadel *ns westlich* ab. Der *n* Pol der Kette liegt also im *Westen*. Werden aber *a* und *b* erwärmt, so ist die Declination *östlich*, und der *n* Pol der Kette liegt in *Osten*. Dieses entspricht vollkommen der magnetischen Polarisation der beiden Metalle *Wismuth* und *Antimon* in den zweigliedrigen Ketten mit *Kupfer*. Denn wenn der Kupferstreifen mit dem *Antimon* bei *c* in unmittelbare Berührung gebracht und *a* erwärmt wäre, oder wenn derselbe bei *c* mit *Wismuth* in Berührung gebracht und *b* erwärmt wäre, würde die Declination gleichfalls *östlich* seyn. Werden in dreigliedrigen Ketten, wie *ABK* (Fig. 8) die Berührungspunkte *a* und *b* gleichzeitig erwärmt, so ist die Polarität *stärker*, als wenn bloß einer von ihnen erwärmt wird, was eine nothwendige Folge der vergrößerten Temperaturdifferenz ist, zwischen *c* und den Punkten *a* und *b*.

*Viergliedrige Ketten* können entweder aus zwei gleichen Paaren verschiedener Metalle bestehen, wie z. B. Fig. 10 aus *Kupfer* (*K*) und *Antimon* (*A*), oder aus 3 verschiedenen Metallen, wie z. B. Fig. 9 aus *Antimon*, *Kupfer* und *Wismuth*, oder aus vier Metallen, wie z. B. Fig. 11 u. 12, worin *P* Platina und *S* Silber bedeutet.

Fig. 9 unterscheidet sich von Fig. 8 nur darin, daß in *c* zwischen *Antimon* und *Wismuth* ein zweiter Kupferstreifen eingeschoben worden. Der *n* Pol dieser Kette (Fig. 9) liegt also bei Erwärmung von *a* und *b* gleichfalls in *Osten*, vorausgesetzt, daß die Lage der Apparate die hier gegebene sey. In der Kette

Fig. 10 müssen aber die Berührungspunkte *a* und *d* erwärmt werden, wenn ihr *n* Pol in *Osten* liegen soll. Bei Erwärmung von *b* und *c* liegt er im *Westen*. Auch hier ist die Polarität *stärker*, wenn *a* und *d* zugleich erwärmt werden; doch ist sie alsdann nicht unter allen Umständen stärker, als die von einer einfachen Kette derselben Metalle von gleichem Umfang des Kreises. In einer Doppelkette, aus 2 Antimonstangen von 9" Länge und 0",5 Dicke und aus Kupferblechstreifen von 3",5 Länge, 0",5 Breite und 0",2 Dicke bestehend, wich z. B. die Magnetnadel anhaltend um 10° ab, als *a* allein (Fig. 10) erwärmt wurde; hingegen stieg die Declination auf 20°, als späterhin beide Berührungspunkte *a* und *d* zugleich erwärmt wurden. Eine einfache Kette aus einer Antimonstange von 9" Länge und 0",5 Dicke, und einem Kupferstreifen von 16" Länge, 0",5 Breite und 0",2 Dicke, gab aber eine noch stärkere Declination, nämlich von 21°,5. — Ferner war innerhalb einer Kette aus 3 Paar Antimon- und Wismuthstäben von 6" L. und 0",5 D. verbunden mit einem Kupferstreifen von 41" L., als ein Berührungspunkt um den andern erwärmt worden, die Declination 40°. Eben so stark war sie aber innerhalb einer Kette von einem einzigen Paare jener Antimon- und Wismuthstäbe, wenn die Dauer der Erwärmung von *c* (Fig. 8), der von jenen 3 Berührungspunkten gleich war.

Hieraus folgt, daß in den *vielgliedrigen* metallischen Ketten die durch Vergrößerung der Temperaturdifferenz zu gewinnende Verstärkung des Magnetismus durch Vermehrung der Länge der schlechteren Wärmeleiter eine Verminderung erleidet — mithin

die Stärke der magnetischen Polarisation dieser Ketten im umgekehrten Verhältniß der Länge der Leiter steht. Dieß bestätigen auch die Versuche mit Spiralen von verschiedener Länge, deren verstärkende Wirkung verhältnißmäßig und in Vergleichung mit den einfachen Bügeln um so schwächer gefunden wurde, je länger die Spiralen waren. Es wird also auch die Verstärkung des Magnetismus in den *vielgliedrigen* metallischen Ketten sehr bald ihre Gränze finden, welches Verhältniß man auch den einzelnen Theilen gebe, und es werden also unsere *einfachen* zweigliedrigen Ketten, die aus mehreren ihnen gleichen Gliederpaaren zusammengesetzten, in der Stärke der magnetischen Polarisation, unter übrigens gleichen Bedingungen, eben so übertreffen müssen, wie die einfachen galvanischen Ketten die voltaischen Säulen \*).

In Ketten, wo vier verschiedene Metalle mit einander verbunden sind, ist der Erfolg verschieden nach der Lage der beiden mittleren Metalle der magnetischen Reihe gegen die beiden äußeren. Die Kette Fig. 11 z. B. hat ihren *n* Pol in *Osten*, wenn *a* und *b* erwärmt werden, in *Westen* hingegen, wenn *c* und *d* erwärmt werden. In Fig. 12 aber ist der *n* Pol nicht nur bei Erwärmung von *a* und *b*, sondern auch bei der von *d* nach *Osten* gerichtet, und nur bei Erwärmung von *c* nach *Westen*. — In diesen Ketten steht, nach §. 52, jedesmal das in der magnetischen Reihe

\*) Diese Beobachtungen wurden der Akademie im August und October 1821 vorgelegt. In wie weit sie durch später angestellte Versuche bestätigt worden, wird man aus einer der folgenden Abhandlungen ersehen.

*höher* stehende Metall in *Osten*, das *tiefer* stehende in *Westen*, wenn der *n* Pol derselben nach Norden gerichtet ist und der warme Berührungspunkt *unten* liegt. — Auch bleibt die Polarisation in Ketten wie Fig. 16 und 17, bei alleiniger Erwärmung von *c* unverändert dieselbe, es mögen die Enden der Wisnuthstäbe *a* und *b* sich unmittelbar berühren, oder zwischen ihnen andere Metalle in beliebiger Zahl und Ordnung befindlich seyen. Nur die Stärke der Polarität zeigt sich verschieden.

35. Die gänzliche Abweichung der magnetischen Reihe der Metalle von der elektrischen Spannungsreihe derselben wird als ein neuer und wichtiger Einwurf gegen die Hypothese von der Identität der Elektrizität und des Magnetismus und besonders gegen die seit Oersted's Entdeckung aufgestellten elektromagnetischen Theorien, welche aus der Circulation der an den Berührungspunkten zweier Metalle mit einander erregten Elektrizität den Magnetismus derselben ableiten, angesehen werden müssen.

In jeder elektromagnetischen Theorie wird man davon ausgehen müssen, daß ein festes Verhältniß zwischen der elektrischen und magnetischen Polarisation bestehe, und dieses wird überall demjenigen gleich seyn müssen, welches wir am Auslader der Leidener Flasche finden, d. h. es wird, wenn der *n* Pol desselben gegen *N* gewendet ist, und der Bogen oben steht,  $+E$  von *Westen* durch das Zenith nach *Osten* gerichtet seyn müssen. Soll nun die im Contact der Metalle sich entbindende Elektrizität die Ursache der magnetischen Polarisation unserer zweigliedrigen Ketten seyn, so muß die Differenz der Temperatur eine Aufhebung der Gleichheit der Elektrizitätserregung, welche vorher an diesen Punkten bestand, bewirken, und es wird die Trennung der Elektrizitäten an einem der beiden Berührungspunkte das Uebergewicht über die

am andern haben müssen; es wird also an einem derselben die Quantität der frei werdenden und jener Hypothese zufolge in Circulation gesetzten Electricitäten grösser seyn müssen, als am andern Berührungspunkte.

Nun finden wir in einigen unserer zweigliedrigen metallischen Kreise das  $-E$  Metall der elektrischen Reihe Volta's in *Westen*, das  $+E$  Metall in *Osten*; in andern das  $+E$  Metall in *Westen*, das  $-E$  Metall in *Osten*, wenn der Nordpol derselben in Norden gerichtet ist, und der warme Berührungspunkt sich unten befindet. Es theilen sich also jene zweigliedrigen metallischen Ketten in elektrischer Beziehung in 2 Arten, welche sich darin von einander unterscheiden, daß in der ersten  $+E$  und  $-E$  am kalten Berührungspunkte die zur magnetischen Polarisation geforderten Richtungen haben, und daß in der zweiten Art von Ketten  $+E$  und  $-E$  am kalten Berührungspunkte die entgegengesetzte Richtung von der geforderten haben.

In der ersten Art von Ketten, d. h. in denen, in welchen das sogenannte  $-E$  Metall (dasjenige, welches im Contacte mit dem andern  $-E$  wird) unter den angegebenen Bedingungen in *Westen* liegt, wird also die Electricität am kalten Berührungspunkte als die überwiegende, die den Magnetismus erzeugende angesehen werden können, und es wird also die *Wärme* in dieser Art von Ketten die ursprüngliche Electricität *schwächen* oder *umkehren* müssen.

In der zweiten Art von zweigliedrigen Ketten, wo das  $+E$  Metall im *Westen* liegt, würde dagegen *Wärme* eine *Verstärkung* der ursprünglichen elektrischen Polarisation bewirken müssen, und es würde der wärmere Berührungspunkt als der die magnetische Polarisation hervorbringende anzusehen seyn.

Einige vergleichende Versuche, welche ich über das elektrische Verhalten einiger der wichtigeren Metalle anstellte, bestätigten jene Annahme keinesweges, sondern es ergab sich vielmehr aus denselben, daß die elektrischen Polarisationen zweier Metalle aus jenen beiden Arten von Ketten immer dieselben bleiben, die

Metalle mögen sich in gewöhnlicher Temperatur von  $12^{\circ}$  bis  $+14^{\circ}$  R. befinden, oder es mögen beide *gleichmäfsig* in der Temperatur bedeutend erhöht seyn, Scheiben von denselben Metallen, deren ich mich zu den magnetischen Versuchen bedient hatte, ordneten sich nach der Berührung und Trennung in *gewöhnlicher* Temperatur folgendermafsen:

+ E. Zink, Blei, Zinn, Antimon, Wismuth, Eisen, Kupfer No. 2, Platina No. 1, Silber. — E. (\*)

Auf gleiche Weise ordneten sich jene Metallscheiben, als die beiden, welche mit einander in Berührung gebracht wurden, vorher gleich stark erwärmt worden waren. So fand ich:

+ E	— E		+ E	— E
Zink mit Wismuth			Antimon mit Kupfer 2	
Zink - Antimon			Wismuth - Kupfer 2	
Zink - Silber			Antimon - Silber	
Blei - Silber			Wismuth - Silber	

In dem 1ten, 3t., 5t. u. 7t. dieser Metallpaare hätte, der oben aufgestellten Hypothese zufolge, *Wärme* eine *Verflärkung*, und in dem 2t., 4t., 6t. u. 8t. Paare eine *Schwächung* der elektrischen Polarisation bewirken sollen. Dies geschah nicht. Eine geringe Verschiedenheit der elektrischen Spannung zwischen erwärmten und kalten Metallen wurde zwar einige Mal

\*) Bei diesen Versuchen wurde bemerkt, daß *Blei* mit *rauh*er Oberfläche — E wird gegen *Zinn* mit polirter Fläche, daß aber *Blei* mit *polirter* Fläche gegen das vorige *Zinn* + E wird.

bemerkt, doch war sie weder constant, noch entsprach sie den zu machenden Forderungen \*).

Andere Thatfachen zeigen noch entschiedener, als die vorhergehenden, daß zwischen der Stärke der magnetischen und elektrischen Polarisation kein festes Verhältniß besteht. Denn

\*) Spätere Untersuchungen (die im folgenden Bande der Denkschrift d. K. Akad. erscheinen werden) bestätigten nicht nur das Obige, sondern es wurden auch noch andere Thatfachen entdeckt, welche der Lehre von der Identität der Elektrizität und des Magnetismus eben so wenig günstig sind als jene. So z. B. ergab sich, daß jedes Metall, wenn es bis zu einem bestimmten Grade *erhitzt* worden, —  $E$  wird in der Berührung mit einem zweiten Metall, welches *kalt* ist, und daß dieses dann immer  $+E$  wird, es mag in der auf gewöhnliche Weise ausgemittelten elektrischen Spannungsreihe *über* oder *unter* dem ersten stehen. Dieß gilt selbst von denen, die weit von einander abstehen, wie z. B. *Zink* mit *Kupfer*. — Auf die magnetische Polarisation zweier Metalle hat es aber keinen Einfluß, ob das an einem Ende *allein erwärmte* Metall mit dem andern dasselbe berührenden *kalten* Metall  $+E$  oder  $-E$  wird; die magnetische Polarisation der geschlossenen Kette bleibt nach Umkehrung der elektrischen Polarisation dieselbe, welche sie vor derselben war; auch ist es ganz gleichgültig, ob die beiden bei diesem Versuche mit einander verbundenen Metalle zu den Ketten der ersten oder zweiten Art gehören.

Daß es jedoch auch Fälle giebt, wo in zweigliedrigen Ketten bei starker Erhitzung einzelner Metalle und Metalllegierungen Umkehrungen der magnetischen Polarisationen erfolgen, davon werden weiter unten mehrere Beispiele vorkommen, diese Erscheinungen treten aber nur an einigen Metallen und hier auch erst in höheren Temperaturgraden ein, als bei vorhergehenden Versuchen Statt finden, — in denselben und in niedrigen Temperaturgraden aber nur bei einigen der leichtflüssigen Metalllegierungen,

die <i>magnetische</i> Polarität ist <i>stark</i> in Kreifen, deren <i>elektrische</i> Spannung <i>stark</i> ist, <i>schwach</i> ist	
Wismuth mit Zink	Kupfer 2 mit Wismuth Antimon - Wismuth
die <i>magnetische</i> Polarität ist <i>schwach</i> in Kreifen, deren <i>elektrische</i> Spannung <i>stark</i> ist, <i>schwach</i> ist	
Kupfer 2 mit Zink	Silber mit Kupfer 2
Kupfer 2 - Blei	Zinn - Blei

Es ergiebt sich aus allen diesen Erfahrungen, daß die *magnetische* Polarisation jener Ketten nicht aus der an einem der Berührungspunkte sich trennenden, *frei* werdenden, und den Elektrometern mittheilbaren größeren Quantität der Elektricitäten *allein* abgeleitet werden könne, und man also auch so lange *nicht* berechtigt sey, diese Ketten *elektromagnetische* zu nennen, als bis etwa eine andere Quelle der Elektricitäts-erregung, als die an den Berührungspunkten der Metalle vorhandene, oder eine durch den Contact der Metalle zwar erregte, aber vielleicht (nach Volta's Vorstellung) nicht genugsam cohibirte, und von der *freien* sich am Elektrometer auf unzweideutige Weise offenbarenden Elektricität, unabhängige, zuweilen dieser gleich, zuweilen ihr *entgegengesetzt* circulirende Elektricität nachgewiesen worden u. s. w., kurz bis die oben angeführten, mit jenen elektromagnetischen Theorien in Widerspruch stehenden Thatfachen befriedigend aufgeklärt sind.

36. Von Gegenwart der Luft scheint die Erregung des Thermomagnetismus unabhängig zu seyn. Unter der Glocke einer Luftpumpe, bei 4<sup>'''</sup>,5 Baro-



meterstand, gab eine Kette von *Wismuth* und Kupfer eine Declination von gleicher Art und Gröfse, wie nach zugelassener Luft, wenn in beiden Fällen die Temperaturdifferenz dieselbe war.

In Beziehung auf Morichini's Erfahrung, über das Vermögen des blauen und violetten Lichtes, Magnetismus der Stahlnadeln zu erregen, wurden auch einige Versuche mit jenen zweigliedrigen Ketten im farbigen Lichte angestellt. Die Resultate waren folgende: Fiel das Sonnenlicht durch eine tief gelbroth gefärbte 4" im Durchmesser haltende, im Boden der dunklen Kammer befestigte, geschliffene Glasscheibe, und durch ein, nahe hinter derselben aufgestelltes, vierzölliges Brennglas, so wurde die in den Focus dieser Linse gebrachte *Wismuth*stange zwar langsam erwärmt, doch bewirkte sie, mit einem Kupferstreifen verbunden, ganz dieselbe Declination der Magnetenadel, und dem Anschein nach auch weder schwächer noch stärker, als sie auf jede andere Art erwärmt, bei gleichem Temperaturgrade gethan haben würde. Ein gleiches unverändertes Verhalten zeigte auch *Antimon* nach der Erwärmung im rothen Lichte, sowohl in der Verbindung mit *Kupfer* als *Wismuth*. Fiel das Sonnenlicht durch dunkelblaues Glas auf die Linse, so erfolgte eine noch langsamere Erwärmung der *Wismuth* - oder *Antimon*stäbe als vorhin, und in demselben Grade war ihre Wirkung in der Verbindung mit *Kupfer* oder mit einander auch schwächer als beim vorigen Versuche. Die *stärkste* und *schnellste* Wirkung zeigte sich, wenn die Metallstäbe im *reinen Sonnenlicht* vermittelst der Linse erwärmt wurden — wie zu erwarten stand.

37 — 39. Hinsichtlich der Stelle, welche die gediegenen Metalle und Erze in der magnetischen Reihe einnehmen, hat der Hr. Verfasser in diesen Abschnitten eine sehr ausführliche Untersuchung angestellt, aus welcher Nachstehendes das Wichtigere enthalten mag. (P.)

Zwischen *Nickel* und *Platina* No. 1 haben ihren Platz die *Meteoreisen* aus Sibirien, Zacatecas in Mexico, Elnbogen, Agram Tucuman, Plann bei Tabor (angeblich), Gouv. Minsk, Eibenstock, New-Orleans, Tocavita bei Bogota, und nach späterer Untersuchung auch die schon im Frischfeuer gewesene Bitburger Masse. Zwischen *Zinn* und *Kupfer* 2 steht das gediegene Eisen von Groß-Kamsdorf, zwischen *Platina* und *Cadmium*, das gediegene Eisen von *New-Jersey*, endlich zwischen *Stahl* und *Arsenik*, — das Aachner gediegene Eisen, das Meteoreisen von der Collina di Brianza bei Villa in Mayland, unächtes gediegenes Eisen von Groß-Kamsdorf, und das gediegene Eisen aus der Grafschaft Sayn-Altenkirchen. — Von den meisten der über *Platina* No. 1 stehenden Meteoreisen (auch von dem aus New-Orleans, (Chladni in Gilb. Ann. 1821 St. 8 S. 343)) ist bekannt, daß sie *Nickel* enthalten. Dieses Metall scheint also vorzüglich dazu beizutragen, dem Eisen eine so hohe Stelle in der Reihe zu geben. Von den *gediegenen* Eisen stehen die unreineren Arten höher, die reineren tiefer in der magnetischen Reihe.

Das *Platina* von Cerro di Frio in Brasilien, welches nach Wollaston (Phil. trans. 1809) beinahe völlig rein ist, nimmt in der Reihe die Stelle von dem *Platin* No. 1 ein. Ein großes, 4 Loth schweres Korn

von Platina aus New-Granade (ein vom Hrn. v. Humboldt der K. Sammlung gemachtes Geschenk), so wie alles grössere Platinageschiebe von Santa Fé und Choco steht in der magnetischen Reihe bei *Platina* No. 4. Dieß scheint anzudeuten, daß die in §. 31 unter *Platina* No. 4 angeführten Geräthe nur aus roher peruanischer Platina (die bekanntlich mehrere andere Metalle enthält) verfertigt sind. Rohe *Platina* mit *Arsenik* zusammengeschmolzen, und von letzterem ungefähr  $9\frac{1}{2}$  pr. C. enthaltend, steht noch tiefer als *Platina* No. 4. Die thermomagnetische Action der Metalle giebt also ein Mittel an die Hand, die Platina, welche gegenwärtig für die reinste gehalten wird, von der zu unterscheiden, welche die noch den Platinerzen beigemischten Metalle oder Arsenik enthält; doch wohl zu merken, nur so lange als mäßige Wärme angewendet wird — höhere Temperatur ändert das Verhalten der letzteren, wie man weiterhin sehen wird.

Alles *gediegene Kupfer* nimmt mit dem künstlich erzeugten *Cämentkupfer* (No. 3 der Tabelle §. 31) gleiche Stelle ein. Sollte jenes vielleicht gleichen Ursprungs mit diesem seyn? Das häufige Vorkommen des braunen Eisenoehers bei dem gediegenen Kupfer (S. Hoffmanns Handbuch der Mineralogie Bd. III. 2. S. 88) scheint gleichfalls dafür zu sprechen \*).

\*) Das Cämentkupfer, welches durch Eisen aus Kupfervitriol hergestellt worden, behält, wie ich später gefunden habe, die Stelle zwischen *Zink* und *Platina* No. 4 in der magnetischen Reihe nur so lange, als es in der ursprünglichen Form, wie es reducirt worden, bleibt. Wird es im Thontiegel für sich, ohne Zusatz irgend eines Flussmittels geschmolzen, so zeigt es nach dem Erkalten genau das magnetische Verhalten des Kup-

Das gediegene Tellur nimmt gleiche Stelle mit dem von Hrn. Bergemann reducirten ein, obgleich das erstere nach einer von Hrn. Berzelius hier angestellten Untersuchung eine beträchtliche Quantität *Selen* enthält, letzteres aber gänzlich frei davon ist.

Von den Erzen ist zunächst der *Bleiglanz* merkwürdig, weil er in der Reihe über *Wismuth* steht. Von den *Eisen-* und *Kupfererzen* liegen die mit dem Maximo an Schwefelgehalt in der Nähe der *östlichen* Metalle, die mit dem Minimo desselben in der Nähe der *westlichen* Metalle. Nämlich, zwischen *Wismuth* und *Nickel* liegen: Schwefelkies, Arsenikkies, weißer und grauer Speiskobalt (außerdem: *Wismuthspiegel*, der nach Hrn. Berzelius Analyse aus Tellur- und *Selen-Wismuth* besteht, und *Magneteisenstein*); zwischen *Nickel* und *Platina* No. 1 liegen: Kobalt-Nickelglanz\*), Kupferkies, Nickel-Antimon (außerdem: *Eisenglanz*). Zwischen *Stabeisen* und *Antimon* liegt blättriger *Magnetkies* von *Bodenmais* (außerdem der in diesen Ann. B. 72. S. 190 von H. Rose untersuchte Silberhaltige *Wismuthspiegel* von Deutsch Pilsen). Unter *Antimon* liegen endlich: Kupferglanz, Buntkupfererz \*\*).

fers No. 2. Ob geschmolzene gediegene Kupferkryalle sich eben so verhalten, habe ich nicht Gelegenheit gehabt zu untersuchen. Octaëdrische und pyramidale *Garkupfer-Kryalle* unterscheiden sich von den gediegenen Kupferkryallen gleichfalls dadurch, daß sie die Stelle von Kupfer No. 2 einnehmen.

\*) Ein neues von Hrn. Weiss so benanntes Fossil, das, nach Hr. Rose's Untersuchung vor dem Löthrohre, größtentheils aus Kobalt und Arsenik besteht.

\*\*) Spätere Versuche zeigten, daß *concentrirte Schwefelsäure* und

Nicht alle Schwefelkiese, und auch nicht aller Bleiglanz wirken gleich stark mit den Metallbogen, auch ist es bemerkenswerth, daß die geringe Zahl der wirklichen Erze sich an den äußersten Enden der magnetischen Reihe anhäuft, und das keines entschieden, über das sechste Metall an den beiden Enden unserer Reihe, gegen die Mitte zu, zu stehen kommt.

Englischer Graphit stand zwischen Zink und Stahl. Keine magnetische Polarisation in Verbindung mit Kupfer No. 2, wenigstens in mäßig erhöhten Temperaturzuständen, zeigten:

Glaserz (krystallinirtes und sprödes), Rothgültigerz, Zinnkies, Spießglanzbleierz, Zinkblende (schwarze, braune und gelbe), Wismuthglanz von Riddarhytta, Nadelerz, Raufgelb, Wasserblei, Rotheisenstein, Chromeisen, Fahlerz, Graugültigerz, Weißgültigerz, Titaneisen, Iserin, Rutil, Hornsilber, Hornblei, Bleivitriol, Weißbleierz, Grünbleierz, Eisen- und Kupfervitriol, u. s. w. Gänzlich unwirksam sind alle erdartigen Fossile, alle Salze und alle brennbaren nicht metallischen Körper, namentlich Steinkohlen.

Ein Stück *Wismuthglanz* von Riddarhytta, so wie ein Stück *Zinkblende* von Christoph zu Breitenbrunn, gaben an einzelnen Stellen Declinationen der Magnetonadel; es zeigte sich aber, daß dies in dem ersten ein kleiner *Schwefelkieskrystall*, und in dem letztern ein eingesprenkter *Arsenikkies* bewirkt hatte.

Durch Schmelzung bereitete Verbindungen von *Wismuth* und *Schwefel* in verschiedenen Verhältni-

*Salpetersäure* in der thermomagnetischen Reihe der Metalle über *Wismuth* — und daß *concentrirte Natron-* und *Kali-* Auflösungen unter *Antimon* und *Tellur* zu stehen kommen; daß sich aber die Stelle der Säuren und Alkalien ändert, wenn sie verdünnt werden. (Das Ausführlichere hierüber im nächsten Bande der Denkschriften).

sen, zeigte sich wirksam und beinahe dem reinen Wismuth gleich.

40. Um weitere Aufschlüsse über den Einfluß fremdartiger Beimischungen auf die magnetische Action der Metalle bei eintretender Temperaturdifferenz zu gewinnen, wurden Versuche mit Alliagen, von einigen der wichtigsten Metalle aus der magnetischen Reihe, namentlich von *Wismuth* und *Antimon* mit einander, und mit *Zinn*, *Blei*, *Kupfer* 2, und *Zink* unternommen. Die Resultate dieser Versuche ergeben sich in nachstehender Tafel, aus der Stelle, die die verschiedenen Alliagen in der magnetischen Reihe einnehmen.

Künstlich hergestellte Metalle	Alliagen.
Wismuth	Wismuth 3 Thl. und Antimon 1 Thl. - 3 - - Zink 1 - - 3 - - Kupfer 1 - - 1 - - Kupfer 1 - - 1 - - Kupfer 3 -
Nickel	
Platin No. 1	
Gold No. 1	
Blei	
Zinn	Wismuth 1 Thl. und Zink 3 Thl. Wismuth 1 - - Blei 3 -
Platina No. 3	Wismuth 1 Thl. und Zinn 3 Thl.
Kupfer No. 2	Wismuth 1 Th. und Blei 1 Thl.
Gold No. 2	
Silber	Wismuth 1 Thl. und Zinn 1 Thl. (d'Arcet's leichtflüssige Mischung).
Zink	Wismuth 3 Thl. und Blei 1 Thl. (Rose's leichtflüssige Mischung).

	Wismuth 1 Thl. und Antimon 1 Thl.
	Antimon 3 Thl. u. Kupfer 1 Thl.; Antimon 1 Thl. u. Kupfer 1 Thl.; Antimon 1 Thl. u. Kupfer 3 Thl.
	Antimon 3 Thl. und Blei 1 Thl.; Antimon 1 Thl. und Blei 1 Thl.; Antimon 1 Thl. und Blei 3 Thl.
	Antimon 3 Thl. u. Zinn 1 Thl.; Antimon 1 Thl. und Zinn 1 Thl.; Antimon 1 Thl. und Zinn 3 Thl.
Stahl	
Stabeisen	
	Wismuth 3 Thl. und Zinn 1 Thl.
	Wismuth 1 - - Antimon 3 Thl.
	Antimon 1 - - Zink 3 Thl.
Antimon	
	Antimon 1 Thl. und Zink 1 Thl.
	Antimon 3 - - - 1 Thl.

Man sieht hieraus, daß Alliagen von *Wismuth* und *Kupfer* in allen drei, hier angewandten, Mischungsverhältnissen mit *Kupfer* No. 2, (unter den auf S. 16. angegebenen Bedingungen) eine *östliche* Declination bewirken, wie das *reine* Wismuth; die Stärke derselben nimmt aber ab, je mehr Kupfer sich in dieser Alliage befindet. *Wismuth* und *Zink* verbinden sich so unvollkommen mit einander daß aus den Versuchen mit diesen Alliagen wenig zu folgern ist, doch sieht man, daß die Wirkung des Wismuths vorherrscht.

Die Alliagen von *Wismuth* mit *Blei* und von *Wismuth* mit *Zinn* zeigen das Merkwürdige, daß sie mit *Kupfer* No. 2 eine *westliche* Declination bewirken, wenn das *Wismuth* in ihnen vorwaltend war, und eine *östliche*, wenn jenes Metall nur den vierten Theil der Alliage ausmachte. Es muß also eine Alliage dieser Metalle geben, deren magnetische Action mit *Kupfer* No. 2, ungeachtet der Temperaturdifferenz an den Berührungspunkten, Null ist. Eben so muß unter den Legirungen von *Wismuth* und *Antimon* eine

verkommen, die mit *Kupfer* No. 2 keine Wirkung giebt.

Die in diesen und ähnlichen Fällen fehlende oder aufhörende magnetische Polarität der metallischen Ketten, steht indess nicht in Widerspruch mit dem § 18 aufgestellten Satz: daß die erste und wesentlichste Bedingung des Magnetismus in den zweigliedrigen Ketten, Differenz der Temperatur der Berührungspunkte ist. Denn damit ist nicht behauptet worden, daß *jede* Temperaturdifferenz der Berührungspunkte eine magnetische Polarität hervortretend mache, sondern nur, daß *ohne dieselbe* keine solche Polarität Statt finde. Auch wird in manchen Ketten von reinen Metallen die magnetische Polarität erst bei sehr beträchtlicher Temperaturerhöhung wahrnehmbar.

Die Betrachtungen welche sich bei den übrigen Legirungen, hinsichtlich ihrer Stellung in der magnetischen Reihe, mit Bezug auf das Verhältniß ihrer Bestandtheile anstellen lassen, mögen hier in diesem Anzuge der Aufmerksamkeit des Lesers überlassen bleiben.

41. An einigen der leichtflüssigen Alliagen, namentlich an den von *d'Arcet*, dergleichen an ein Paar Alliagen von *Wismuth* mit *Zinn*, bemerkte der Hr. Verfass. ein verschiedenes Verhalten, je nach dem sie sich im *festen* oder *flüssigen* Zustande befanden, und einige derselben wurden zugleich nach dem zweiten Erstarren an einer anderen Stelle in der magnetischen Metallreihe gefunden, als im ursprünglichen festen Zustande derselben, nach dem Guß. Die Resultate dieser Versuche sind in der folgenden (der Akademie am 11. Febr. 1822 vorgelegten) Tabelle zusammenge-



stellt. Die beigefügten römischen Ziffern sollen bloß zur leichtern Auffindung einer und derselben Legirung in den verschiedenen Kolumnen dienen.

Künstlich hergestellte Metalle	Alliagen		
	Im festen Zu- stande, wie sie vom Guß kamen	Im flüssigen Zustande	Im festen Zu- stande nach dem zweit. Erstarren.
Wismuth			
Nickel			
Platig No. 1		I. Amalgam von Wismuth, Blei Zinn u. Queck- silber.	
Gold No. 1			
Kupfer No. 1			
Blei			
Zinn	Wismuth 1 Th. und Blei 3 Th.	Wismuth 1 Th. und Blei 3 Th.	Wismuth 1 Th. und Blei 3 Th.
	I. Amalgam von Wismuth, Blei, Zinn u. Queck- silber.		
Platin No. 3	II. Wismuth 1 Th. und Zinn 3 Th.	II. Wismuth 1 Th. und Zinn 3 Th.	
		III. Wismuth 1 Th. und Zinn 1 Th.	
Kupfer No. 2	Wismuth 1 Th. und Blei 1 Th.	Wismuth 1 Th. und Blei 1 Th.	Wismuth 1 Th. und Blei 1 Th.
		IV. d'Arcet's Alliage	II. Wismuth 1 Th. und Zinn 3 Th.
Gold, No. 2			I. Amalgam von Wismuth, Blei, Zinn u. Queck- silber.
Silber	III. Wismuth 1 Th. u. Zinn 1 Th.		
	IV. d'Arcet's Alliage.		

Zink	Wismuth 3 Th. und Blei 1 Th. Rose's Alliage	Wismuth 3 Th. und Blei 1 Th. Rose's Alliage	Wismuth 3 Th. und Blei 1 Th. Rose's Alliage III. Wismuth 1 Th.u.Zinn 1Th. IV. d'Arcet's Alliage
Stahl			
Stabeisen	Wismuth 3 Th. und Zinn 1 Th.	Wismuth 3 Th. und Zinn 1 Th.	Wismuth 3 Th. und Zinn 1 Th.
Antimon			

Diejenigen dieser Metallmischungen, welche im *flüssigen* Zustande eine andere Stelle in der magnetischen Reihe einnehmen, als im *festen*, kommen in jenem immer *höher* in derselben zu stehn als in diesem. Der tiefere Stand einiger Alliagen nach ihrem zweiten Erstarren möchte wohl häufig, wenn auch nicht in allen Fällen, einer während des flüssigen Zustandes durch ungleiche Oxydation der Metalle eingetretenen Veränderung des Mischungsverhältnisses derselben zuzuschreiben seyn. Es ist übrigens einleuchtend, daß es für alle diejenigen Alliagen, welche im flüssigen Zustande eine höhere Stelle einnehmen, als im festen, bei ihrer Verbindung zu Ketten mit denjenigen Metallen, welche *zwischen* diesen *äußeren* Stellen liegen, eine Temperatur geben muß, bei der die magnetische Polarisation Null ist. So wird z. B. eine Kette zusammengesetzt aus einer Legirung von *Wismuth* und *Zinn* zu gleichen Theilen, mit *Silber*, oder *Gold* 2, oder *Kupfer* 2, bei Erhöhung der Temperatur eines der Berührungspunkte, an der einen Seite (der Grundfläche der Kette), erst  $-m$ , dann  $om$  und nachher  $+m$ ; und dies ebenfalls nach dem zweiten Erstarren dieser Legirung in der Kette mit *Zink*, niemals aber in

Ketten mit *Wismuth*, *Nickel*, *Platina* 1, *Gold* 1, *Blei*, *Zinn*, *Stahl*, *Eisen*, und Antimon, weil diese letzteren Metalle sämmtlich *oberhalb* oder *unterhalb* jener Stellen der Alliage liegen. Aehnliche Umkehrung der magnetischen Polarisation muß auch das Amalgam No. 1\*) mit *Zinn*, *Blei*, *Kupfer* 1 und *Gold* 1 zeigen, nicht aber mit *Platina* 1, *Nickel*, *Wismuth* oder *Platina* 3.

Die Legirung von *Wismuth* und *Zinn* zu gleichen Theilen zum zweiten Male in den Fluß gebracht, nahm wieder die höhere Stelle in der Reihe ein, und wurde nach dem 3ten Erstarren wieder an ihrer vorigen Stelle zwischen *Zinn* und *Stahl* gefunden. Die leichtflüssige Metallmischung d'Arcet's (8 *Wismuth*, 5 *Blei* und 3 *Zinn*) hingegen, welche anfänglich gleichfalls verschiedene Stellen im festen und flüssigen Zustande in der Reihe eingenommen hatte, blieb nach dem zweiten Erstarren in beiden Zuständen unter dem *Zinn*; es verhielt sich also jetzt wie das Rose'sche Metallgemisch (2 *Wism.*, 1 *Blei* und 1 *Zinn*). Eben so finden sich alle *Alliagen* von *Wismuth* mit *Blei* und die von *Wismuth* zu 3 Theilen mit einem Theile *Zinn*, im flüssigen wie im festen Zustande, unverändert an denselben Stellen in der Reihe. Doch zeigt sich an diesen Ketten in der Regel eine stärkere Polarität im flüssigen Zustande der *Alliagen*, als im festen. Es scheint dies anzudeuten, daß die letzteren Metallgemische bei den wiederholten Schmelzungen keine bedeutende Mischungsveränderung erlitten haben können, und daß sie folglich auch

\*) Aus *Wismuth*, *Blei*, *Zinn* zu gleichen Theilen und einer geringen Menge *Quecksilber* bestehend.

vollkommner gemischt und verbunden sind, als die oben erwähnten in ihrem magnetischen Verhalten veränderlichen Alliagen.

42. Die einfachen Amalgame von *Wismuth* und *Queckfilber*, sowohl im festen als im flüssigen Zustande, wurden sämmtlich, gleich dem reinen *Wismuth*, über *Nickel* stehend gefunden, doch ist ihre Wirkung mit demselben um so schwächer, je flüssiger sie sind. Eine geringe Beimischung von *Wismuth* zum *Queckfilber* kann also auf diese Art leicht entdeckt werden. Auch *Wismuth*, das, nach Vauquelin's Methode, durch Schmelzung mit *Weinstein* eine beträchtliche Menge *Kalium* aufgenommen hatte, behielt seine Stelle über dem *Nickel*. *Antimon*, auf gleiche Weise mit einer beträchtlichen Menge *Kalium* verbunden, nahm dieselbe Stelle ein wie reines Antimon. *Kupfer* No. 2, mit *Weinstein* geschmolzen, schien kein *Kalium* aufgenommen zu haben; wenigstens erfolgte keine Gasentwicklung, wenn ein Stück davon ins Wasser geworfen wurde. Auch die Stelle dieses Kupfers in der Reihe wurde nicht geändert.

Ein *gelber Stahl* von Hrn. Oberst Fischer in Schaffhausen, bestehend aus 16 Th. Gussstahl und 5 Th. *Kupfer*, wurde an zwei verschiedenen Stellen in der magnetischen Reihe gefunden; eine Folge der verschiedenen Beschaffenheit der beiden Enden dieses Stahls. Berührte das eine Ende desselben den heißen Theil der Bügel von *Gold* 1, *Kupfer* 1, *Blei*, *Zinn* und *Platina* 3, so erfolgte eine *westliche* Declination, berührte das andere Ende den heißen Theil jener Bügel, so war die Declination *östlich*. Ein ähnliches Verhalten zeigte ein Stück *Platina*, dessen eine Hälfte aus reiner *Pla-*

*atina*, die andere Hälfte aus nicht hinlänglich von Arsenik befreiter (ähnlich unserer *Platina* No. 4) bestand.

**Kohle** von Fichten- und Buchenholz und von Haselstauden zeigte sich in der Verbindung mit den Metallbogen gänzlich unwirksam, nur ein einziges Stück Kohle von einem dem Verfasser unbekannten Holze, welches derselbe von Hrn. Schweigger vor mehreren Jahren unter dem Namen einer thermooxydirten Kohle erhalten hatte, zeigte sich mit einigen Metallen wirksam, namentlich mit *Kupfer* No. 2, *Silber*, und *Zink*, und stand unter diesen. Eine Stange reines *Selenium* von Hrn. H. Rose hergestellt, war, wenigstens im festen Zustande, ebenfalls unwirksam, im flüssigen Zustande ist es nicht untersucht worden. Diefs *Selenium* verhielt sich gänzlich wie ein idielektrischer Körper, *leitete* Elektrizität *nicht*, und wurde mit Wolle gerieben *negativ* elektrisch, doch schwächer als Schwefel.

Das Uebrige ergibt sich aus nachstehender Tafel, in der auch einige später untersuchte Legirungen nach ihrem magnetischen Verhalten eingeschaltet sind.

Künstlich hergestellte Metalle	Alliagen.
Wismuth	a) Alle Amalgame von Wismuth
Nickel	*b) Leg. von 2 Th. Kupfer mit 1 Th. Nickel
	- - 10 - - - 1 - -
	- - 10 - - - 2 - -
	- - 5 Th. Kupfer, 7 Th. Nickel, 7 Th. Zink
	- - 16 - - - 6 - - 10 - -
	- - 89,8 - - - 10,2 - -
	- - 61,74 - - - 7,01 - - 31,25 - -

	Leg. v. 54,88 Th. Kupf., 6,23 Th. Nick., 38,89 Th. Zk. Suhler Weiskupfer
Palladium	
Platina No. 1	
Kupfer No. 0	c) Roheisen, 2 bis 3 Proc. Zink enthaltend. d) Eisen, reducirt durch die galvanische Kette, 2 pr. Zink enthaltend. e) Messing No. 1. f) Fischer's gelber Stahl, das eine Ende,
Gold No. 1	
Kupfer No. 1	g) Messing No. 2. h) Glockengut, aus 100 Th. Kupfer und 20 Th. Zinn bestehend. i) 3 Stück Doppel-Friedrichsd'or,
Blei	
Zinn	
Platina No. 3	k) 6 Stück Friedrichsd'or. l) Fischer's gelber Stahl, das andere Ende. m) Tutania Metall,
Kupfer No. 2.	n) Preussische Thaler von 1820 und 1821. o) Ein Korn, bestehend aus Rhodium, Palladium und etwas Platina. p) Spiegelcomposition aus 2 Th. Kupfer und 1 Th. Zinn. q) Probestangen von 2 bis 111löthigem Silber. r) Probestangen von 12 bis 1618thigem Silber,
Gold No. 2	
Silber	
Zink	
Platina No. 4	
Stahl	s) Kohle, angeblich thermooxydirte,
Stabeisen	t) Platina mit 9,5 Proc. Arsenik. u) Wootz. v) Wootz mit 0,01 Platina. w) Wootz mit 0,01 Rhodium. x) Regulus antimonii martialis,
Antimon	
Tellur	

45. Alle Arten von Roheisen nehmen eine höhere Stelle in der magnetischen Metallreihe ein, als das *Stabeisen*. Aber nicht alle Flächen der Bruchstücke eines Roheisenfloßes verhalten sich gleich in der Wirkung; man findet deshalb ein und dasselbe Stück an mehr als einer Stelle der magnetischen Reihe, wie aus der folgenden (der Akademie am 11. Febr. 1822 vorgelegten) Tafel zu ersehen, wo die Roheisen nach dem Verhalten der genannten Flächen in der Berührung mit dem warmen Ende der Metallbogen geordnet sind.

Wismuth	
Nickel	
Platina No. 1	Roheisen No. 1 von Geislaunern im Saarbrückischen, alle Flächen,
Gold No. 1	
Kupfer No. 1	
Messing No. 2	
	Roheisen No. 2 aus dem Siegenschen, die Bruchflächen und die untere Fläche.
	Roheisen No. 3 von Mariazell in Steyermark, die Bruchflächen.
	Roheisen No. 4 eine gegossene Stange.
Blei	
Zinn	
Kupfer No. 2	
Gold No. 2	
Silber	
Zink	
	Roheisen No. 2 die obere Fläche.
	Roheisen No. 3 die obere und untere Fläche.
	Roheisen No. 3 von Vordernberg in Steyermark alle Flächen.
Stahl	Rohstahl aus Steyermark.
	Dreimal raffinirter Stahl aus Steyermark.
	Englischer Gußstahl.
	Gußstahl von Hrn. Fischer aus Schaffhausen.
	Cämentstahl aus Schlessien.
Stabeisen	
Antimon	

Das Roheisen No. 1 von Geislauntern ist, nach Angabe des Hrn. Karsten, ein graues, durch Schmelzung mit Eisenoxyd *weiß* gemachtes Roheisen, enthält viel *Silicium* und ist das einzige Roheisen, das mit dem nickelhaltigen Meteoreisen eine gleich hohe Stelle in der Reihe einnimmt.

Das Roheisen No. 2 aus dem Siegenschen, ein sogenanntes Spiegeleisen, hatte große Spiegelflächen und eine deutliche krySTALLINISCHE Structur. Die obere Fläche war während des Glühens durch Einwirkung der Luft dem gefrischten Zustande näher gebracht. Die durch Abschleifen dieser oberen Rinde entblößten Stellen verhielten sich wie die Bruchflächen und wie die untere Fläche, woraus sich ergibt, daß alle Theile der EisenkrySTALLE gleich wirken. Dieses Eisen war auf Schlacken, also auf einem trocknen Herd abgelassen.

No. 3 ist ein graues, ins *Weisse* übergehendes, sogenanntes *schwach halbirtes* Roheisen. Die obere Fläche desselben war durch Einwirkung der Luft, die *untere* Fläche aber wahrscheinlich durch Wasserdämpfe dem gefrischten Zustande näher gebracht; denn dieses Roheisen war auf feuchten Sand gegossen worden.

No. 4 gehört zu dem *weichen grauen* Roheisen. No. 5 ist ein in luckigen Flossen erzeugtes *weißes* Roheisen, und kommt dem gefrischten Zustande von allen am nächsten. Wir finden dieses Eisen, so wie das durch äußere Einwirkung entkohltere, an einigen Flächen von No. 2 und 3 am tiefsten in der magnetischen Reihe. Es scheint also, daß die an Kohle reicheren Eisenforten eine höhere Stelle, die an Kohle



ärmeren eine tiefere Stelle in der magnetischen Reihe einnehmen \*).

Die angeführten *Stahlorten* wichen in ihrem magnetischen Verhalten nicht merklich von einander ab, und lagen sämmtlich unter dem Roheisen No. 5.

44. In der Erregung des Magnetismus zeigten die dehnbaren und streckbaren Metalle, namentlich *Gold* No. 1 und No. 2, *Silber*, *Kupfer* No. 2, *Zinn*, *Blei* und *Zink* ein gleiches Verhalten, sie mochten in dem Zustande, wie sie vom Guss kamen, oder nachdem sie durch Hämmern und Walzen zu einem dichteren Gefüge gebracht, mit einander oder mit den übrigen Metallen verbunden seyn; in beiden Fällen nehmen sie die in § 31 angegebene Stelle in der magnetischen Reihe ein. Anders verhielten sich diejenigen metallischen Körper, welche durch verschiedene Art der Abkühlung, durch langsame oder plötzliche Erstarrung in entgegengesetzte Zustände von Sprödigkeit und Dehnbarkeit versetzt worden.

*Stahl*, welcher glühend in kaltem Wasser abgelöscht worden, nahm jedesmal eine *höhere* (zwischen Platina No. 3 und Kupfer No. 2) Stelle in der magnetischen Reihe ein, als der *langsam* an der Luft abgekühlte. *Weiches graues Roheisen*, auf dieselbe Art behandelt, zeigte ein gleiches Verhalten (*langsam* abge-

\*) Einer neuen Untersuchung des Hr. Karsten (Denkschrift d. K. Ak. zu Berlin für 1822 — 23 S. 49 — 82) zu Folge, bleibt dieser Satz nur noch für die *weißen Roheisen*, den *Stahl* und das *Stabeisen* gültig, ist aber nicht anwendbar auf das *graue Roheisen*. Denn, ein Roheisen aus *Malapane* in Schlesien, welches nach dieser Untersuchung nur 3,9 Procent Kohle enthält, wurde später an derselben Stelle mit dem *weißen Roheisen* No. 1 (welches 5,13 pr. Ct. Kohle enthält) gefunden; ja ein graues Roheisen von *Brosely* in England von nur 2,8 pr. Ct. Kohle-Gehalt, stellte sich noch höher in der Reihe, nämlich zwischen Platina No. 1 und Gold No. 1.

kühlt, steht es zwischen Messing No. 1 und Blei, *jähe* abgekühlt zwischen Platin No. 1 und Gold No. 1). Beide Körper konnten durch die entgegengesetzte Art der Abkühlung mehrmals nach einander bald in die höhere, bald in die tiefere Stelle der Reihe versetzt werden. Eine Alliage von 78 Th. Kupfer und 22 Th. Zinn, welches (d'Arcet's Entdeckung zu Folge) an der Luft *langsam* abgekühlt, spröde ist, und nach *plötzlichem* Erkalten im Wasser unter dem Hammer *fireckbar* wird, — nimmt nach der *langsamen* Abkühlung eine *höhere* (zwischen Zinn und Platin No. 3 befindlich) und nach der *jähen* Abkühlung eine *tiefere* Stelle (zwischen Kupfer No. 2 und Gold No. 2) in der Reihe ein. Auch diese Alliage konnte durch das angegebene Verfahren, mehrmals nach einander wechselseitig höher und tiefer in der Reihe gestellt werden \*).

Alle drei Körper stehen also im *harten* und *spröden* Zustande, *höher*, im *weichen* und *dehnbaren* aber *tiefer* in der magnetischen Reihe, worüber das Original durch eine Tabelle noch speciellere Auskunft giebt. \*\*)

Die folgenden metallischen Körper wurden, sowohl nach *jäher* als nach *langsamer* Abkühlung, an derselben Stelle in der magnetischen Reihe gefunden:

Stabeisen, Platin No. 1, Kupfer No. 2, Nickel, Platin No. 4, Gold No. 2, Silber, Alliage von 3 Th. Kupfer und 1 Th. Wismuth, von 1 Th. Kupfer und 3 Th. Antimon, von 1 Th. Kupfer und 1 Th. Antimon, von 3 Th. Kupfer und 1 Th. Antimon, und Alliage von 1 Th. Wismuth und 1 Th. Zinn.

\*) Es ist zu bemerken, daß die Alliage bei diesen Versuchen nur bis zum schwachen Rothglühen erhitzt wurde. *Auf dem Bruche* erscheinen die *langsam* abgekühlten Stücke (welche dem Zinn in der magnetischen Reihe nahe stehen) *feinkörnig* und *graulich weiß*; die *plötzlich* im kalten Wasser abgelöschten (dem Kupfer No. 2 in Wirkung nahe stehenden) *grobkörnig* und *tombacbraun*; angefeilt aber haben beide eine *speißgelbe* Farbe.

\*\*) Die doppelte Stellung, welche Fischer's gelber Stahl in der Reihe einnimmt (§ 42), scheint auch eine Folge der ungleichen Abkühlung seiner Enden zu seyn. Das in der Reihe *höher* stehende war entschieden *härter* als das andere.

(Fortsetzung im nächsten Hest.)

## II.

### *Neue Beiträge zur Kenntniss der Feuermeteore und der herabgefallenen Massen;*

von

E. F. F. CHLADNI.

Fünfte Lieferung. (Beschluss.)

### III. Beiträge zu den Nachrichten von Feuermeteoriten.

Wiewohl ich in meinem Buche die Nachrichten von Feuermeteoriten, bei welchen man keiner niedergefallenen Massen habhaft geworden ist, erst von etwas neuerer Zeit, wo man etwas besser beobachtet hat, angefangen habe, so halte ich doch nicht für unnütz, zwei ältere Nachrichten, ihrer Merkwürdigkeit wegen, hier voranzuschicken.

91 Jahre vor C. G. eine Feuerkugel, welche die Sonne verdeckte. *Grof. V. 18. Eutrop. l. V. (Aus Schnurrer's angef. Buche.)* Wird wohl ungefähr so gewesen seyn, wie die Feuerkugel, welche am 13. Januar 1793 um die Mittagszeit in England quer vor der Sonne vorüberging, nach dem *Gentleman's magazine*, Vol. 63, p. I. S. 8.

Nicht lange vor dem Jahre 814, als Carl der Große den letzten Feldzug gegen Gottfried, König der Dänen, machte, und eines Morgens vor Sonnenaufgang ausgeritten war, sah er eine schnell vom Himmel mit starkem Lichte herabfallende Fackel (oder Feuerkugel) von der rechten Seite nach der linken vorüberziehen, worüber sein Pferd scheu ward,

dafs es niederstürzte und ihn heftig zu Boden warf. Die Spange seines Mantels zerbrach, und sein Wehrgehenk zerrifs, er aber ward ohne Mantel von den herbeieilenden Dienern aufgehoben. Der Wurffpiefs, den er in der Hand hielt, entfiel ihm so, dafs er über 20 Schritt davon lag. Aus *Eginhardi vita Caroli Magni*, cap. XXXII, wo es unter den Vorzeichen zu seinem Tode aufgeführt wird.

1526, um 4 Uhr. Nachmittags bei heiterem Himmel schofs in der Nähe von Basel ein Feuerstrahl herab, und entzündete im dritten Thurme unter dem Aschheimer Thore einige Tonnen Pulver. Wurstissen. Auch Erasmus beschreibt es in einem seiner Briefe. (Aus *Fr. Schnurrer's angef. Buche.*) Da es bei heiterem Himmel soll geschehen seyn, ist es höchst wahrscheinlich kein Blitz, sondern ein Feuermeteor von anderer Art gewesen.

1660, den 23. Februar, ein Feuermeteor zu Wittenberg gesehen. *Frider. Büttner, prodigium ignitum, die 23. Febr. 1660 observatum. Wittenb. 1660.* (Aus *Schnurrer's angef. Buche.*)

1792, den 18. April um 2½ Uhr Morgens zu Lima bei heiterem Himmel eine Feuerkugel. Unterwärts sah man sie zuerst entzündet; sie schien mit blaulichem Schatten (vermuthlich Rauch und Dampf) umgeben zu seyn. Sie ging ziemlich schnell nach S, und zerstreute sich mit einem furchtbaren Krachen. *Mercurio Peruano* t. VI, vom 6. Mai 1792, S. 15.

1820, den 12. October, kurz nach Sonnenuntergang, in der Kirgisischen Steppe, SOwärts von Orenburg, eine niederwärts gehende, schnell an Gröfse zunehmende Feuerkugel. *Evermann's Reise von Oren-*

burg nach Buchara, herausgegeben von Lichtenstein (Berlin 1823) S. 7.

1822, den 13. Juni um 7 Uhr Abends, ward bei Christiania von dem Großhändler M. Plöen eine kleine Feuerkugel, einer Rackete ähnlich, gesehen, die eine halbe Meile davon auf dessen Landgute Hövig, etwa 100 Schritt von seinem Wohnhause niedergefallen war. Die Richtung war bei dem Falle von NVV nach SO. Sie ward von mehreren Feldarbeitern gesehen, und noch einige Minuten nach dem Falle glaubten sie eine Feuersbrunst zu sehen. Herr Professor Esmark, der erst 14 Tage nachher Nachricht davon erhalten hatte, begab sich sogleich nach Hövig, und untersuchte die Stelle genau, konnte aber keinen Meteorstein finden, wohl aber war einiger aufgehäufter Rasen etwas verbrannt, und sechs Schritt davon war eine große hingewälzte Fichtenwurzel  $1\frac{1}{2}$  Zoll tief ins Holz verkohlt, und daneben lag weiße Asche. Bei dem Nachgraben in der Erde ward nichts von Verbrennung oder von einem Meteorstein gefunden. Unter einem daneben stehenden 6 Fuß hohen Birkenbusche war Gras und dünnes Birkenreisig zu Kohle verbrannt. Dabei fand sich eine Höhlung in der Erde, einen Zoll im Durchmesser, von S nach N in schiefer Richtung gehend. Diese Höhlung nebst der Erde umher ward auch untersucht, ohne etwas zu finden. Aus einem Aufsatze des Herrn Professor Esmark in dem zu Christiania erscheinenden sehr lehrreichen *Magazin for Naturvidenskaberne af Lundt, Hansteen og Maschmann*, 1823, H. 1. S. 163. Es wird die Vermuthung geäußert, es möge ein bloß elektrisches Meteor gewesen seyn; ich halte es aber für

den Niederfall einer brennenden bituminösen Masse, wie in mehreren von mir angeführten Fällen geschehen ist, und da man keine Explosion und kein Getöse bemerkt hat, so ist die Erscheinung nicht unter die größern Feuerkugeln zu rechnen, welche Meteorsteine oder Gediogeneisenmassen geben, sondern unter die Sternschnuppenartigen Erscheinungen, welche, ohne zu explodiren, an dem Orte des Niederfallens andere Substanzen zurücklassen. Es wird auch vermuthet, es möge mancher Waldbrand bei sehr trockner Witterung, so wie auch der Brand der Grue-Kirche durch ein solches Meteor entstanden seyn, welches gar nicht unwahrscheinlich ist, da schon mehr dergleichen Ereignisse Statt gefunden haben, die auch von mir schon sind erwähnt worden.

1822, den 12. November, um 9½ Uhr Abends, zu Potsdam eine helle Feuerkugel mit Schweife, vom Herrn Director Klöden gesehen, wobei aber die scheinbare Nähe, so wie mehrmals geschehen, eine optische Täuschung gewesen seyn mag. Es sollen noch 5 andere ähnliche Erscheinungen an demselben Abend seyn gesehen worden. An diesem Tage und an dem folgenden zeigten sich viele Sternschnuppen, wobei es merkwürdig ist, daß eine große Sternschnuppe oder kleine Feuerkugel die Straße sehr hell mit *gelbgrünem* Lichte erlichtete. Mehr davon in diesen *Annalen*, B. 78, S. 220.

1823, den 6. April um 10 Uhr Abends, zu Berlin eine sehr glänzende Feuerkugel, nach NO gehend. Am Horizonte blitzte es (ohne Zweifel scheinbar, zufolge einer Explosion des Meteors). *Bode's astronomisches Jahrbuch auf 1827*, S. 149.

1823, den 22. August, um Mittag, ward, nach einer von Hansteen mitgetheilten Nachricht, im *Edinburgh Philos. Journal*, No. XXIV. vom 1. April 1825, p. 406, wahrscheinlich zu Christiania, eine durch das Feld des Telefkopes langsam in einer schlangenförmigen Richtung gehende große Sternschnuppe bei hellem Sonnenscheine gesehen. Die Erscheinung dauerte 1 bis  $1\frac{1}{2}$  Sekunde.

1824, den 9ten Juni, um 9 Uhr,  $32\frac{1}{2}$  Minuten Abends zu Leipzig ein Feuermeteor, erst  $45$  bis  $50^\circ$  über dem Horizonte nach S, bewegte sich nach W. Der Kern war etwa, wie das Doppelte des Jupiter, der Schweif 8 bis 12 mal länger, und nach S zugespitzt. Kein Geräusch hörbar. *Annalen*, B. 78, S. 225. Auch bei Halle ward dieses Meteor von Herrn Wilhelm Weber (Mitverfasser der Wellenlehre) gesehen, und der Durchmesser dem halben des Mondes gleich geschätzt. Es erschien in einer Höhe von  $45^\circ$ , stieg westlich bis zu einer Höhe von  $80^\circ$  und sank wieder bis  $60^\circ$  herab, wo es in NW verschwand. Die angegebene Bahn durchlief es in etwa 4 Minuten. Es rückte sehr gleichförmig mit scheinbar langsamer, aber sehr gut sichtbarer Bewegung fort. (Aus der langen Dauer, und langsamen Bewegung ist zu schliessen, daß es möge in einer großen Höhe gegangen seyn.)

1824, in der Nacht vom 11. zum 12. August, ward in den Alpen (ohne Angabe der Gegend und der Stunde) eine Feuerkugel gesehen, welche die Erde 3 Minuten lang erleuchtete, und zu derselben Zeit fühlte man Erschütterungen in mehreren Gegenden von Italien, (so wie mehrmals durch Explosionen einer Feuerkugel die Luft so erschüttert worden ist, daß man

es für ein Erdbeben gehalten hat.) *Philos. magazine*, Oct. 1824, p. 315.

1824, den 13. September um 9 $\frac{1}{2}$  Uhr Abends zu St. Petersburg eine kleine Feuerkugel nach SW, die unter einem Winkel von etwa 35° nach der Seite von Wasili Ostrow, (also ungefähr nach NW zu) ging. Die Farbe der Kugel und des langen Schweifes war hellblau. *Bulletin universel p. Ferussac*, Oct. 1825, p. 279, aus der *St. Petersburger Zeitschrift* 1825, Februar, S. 165.

1824, in der Nacht vom 13. zum 14. November ward zu Mainz eine Feuerkugel gesehen, und ein Erdbeben (eine Erschütterung zufolge einer Explosion) verspürt. *Berliner Haude- und Spenerische Zeitung*, No. 295, vom 13. Dezember 1824.

1825, den 9. November, Abends um 5 $\frac{1}{2}$  Uhr sah man in Böhmen bei Radnitz, Bischowitz, westlich von Wossek und zu Rokitzan, wahrscheinlich auch an mehreren Orten des Pilsner Kreises, eine Feuerkugel, die sich, während sie Feuerfunken sprühte, von NW nach SO zog, und nach einer Weile gleich einer Rakete plötzlich verlösch. Herr Direktor Paul zu Radnitz, der sich zu derselben Zeit im freien Felde befand, hörte dabei ein rollendes Geräusch in S, und es schien ihm, als ob die Feuerkugel in der Richtung von Prziwietiz aus in der Höhe von Rozmital verschwunden sey. Aus einem Berichte des Herrn Grafen Kaspar von Sternberg, Präsidenten des Böhmisches Nationalmuseums, aus Brzézina, welcher aus der *Prager Zeitung* auch in der *Frankfurter Oberpostamtszeitung* vom 5ten Dezember 1825 mitgetheilt ist.



1824, den 16. November, Morgens gegen 2½ Uhr, bei Bonn, eine Feuerkugel mit weißlichem Lichte die Gegend erleuchtend, ging am östlichen Himmel scheinbar fast senkrecht gegen den Horizont, ließ keine leuchtende Spur nach, man hörte auch keinen Knall. Herr Ob. Bergrath und Prof. Nöggerath giebt davon Nachricht in *Kastner's Archiv für Naturkunde*, B. III. H. 2. S. 249.

1824, den 27. November, um 5 Uhr 4' Abends, ward im Berauner Kreise in Böhmen (in derselben Gegend, wo am 14. October der Meteorsteinfall war) ein Feuermeteor in der scheinbaren GröÙe des Vollmonds gesehen, welches die ganze Gegend hell erleuchtete. Die Ränder desselben glänzten mit einem bläulichen Lichte. Es blieb gegen 4 bis 5 Sekunden sichtbar, und bewegte sich von SO nach NW. Nach dem Verlöschen zeigten sich noch einige große Funken, die ebenfalls schnell verschwanden. Aus einem Schreiben des Herrn Prof. Hallaschka in *Schumacher's astronomischen Nachrichten*, No. 70.

1824, den 27. November, ungefähr um 7½ Uhr Abends, sah man bei Erlangen eine Feuerkugel, ungefähr 10 bis 15 Grade südlich vom Sternbilde der Cassiopea in der Richtung von SO nach NW herabfahren, und augenblicklich ohne hörbaren Knall verschwinden. Sie zog einen beiläufig 8 Grad langen Schweif nach sich. Das Licht fiel mehr in das Grünliche, als in das Röthliche. Die Erscheinung glich dem Fallen einer Rakete. Nach einem Schreiben des Herrn Medizinalrath Küttlinger in *Kastner's Archiv für Naturkunde*, B. III. H. 2. S. 249.

1824, den 10. Dezember gegen 5 Uhr Abends, zu

**Mans** eine Feuerkugel, bei heiterem Himmel, von O nach West gehend, dauerte 5 Minuten (wahrscheinlich die Sichtbarkeit des nachgelassenen Schweifes mitgerechnet). *Berliner Zeitungen*, vom 27. Dezember 1824.

1824, den 15. Dezember, um 6 Uhr Morgens, zu Magdeburg, gegen Halberstadt zu, eine Feuerkugel während eines heftigen Sturmes und Schneegeföbers, (welches damit in keiner Beziehung kann gestanden haben), aus einer schwarzen Wolke (wahrscheinlich von Rauche und Dampfe, oder hinter einer gewöhnlichen Wolke hervor) kommend, liefs einen feurigen Schweif nach sich, und explodirte mit Krachen. *Preussische Staatszeitung* No. 306 vom 29. Dezember 1824.

1824, den 17. Dezember, gegen 6½ Uhr Abends, zu Neuhaus in Böhmen, bei Hagel und Schneewetter, eine grofse Feuerkugel mit bläulichem Lichte, fiel auf den Kirchthurm, und zerfprang mit einem pfeifend-schneidenden Krachen. Ein Theil des Meteors verweilte auf dem Kirchthurmknopfe eine Viertelftunde brennend, und verlösch dann von selbst. (Da also ohne Zweifel etwas von bituminösen Theilen herabgefallen ist, so ist dieses Ereignifs schon unter No. I. erwähnt.)

Ein solches Meteor zu derselben Stunde, wahrscheinlich dasselbe (welches sich nicht mit Gewifsheit bestimmen läfst, weil die Richtung nicht angegeben ist), ward bei Tabor in Böhmen bei Schneegeföber gesehen, das mit einem heftigen, aber nicht donnerähnlichen Krachen (scheinbar) zu Boden fiel. *Berliner Haude- und Spenersche Zeitung*, 1825, No. 7.

vom 10. Januar. (Unrichtig ist es übrigens, wenn man es mit Gewittern an demselben Tage hat in Verbindung bringen wollen, wiewohl es glaublich ist, daß man hier und da bei trüber Witterung die Erscheinungen bei einer Feuerkugel möge für ein Gewitter gehalten haben.)

1825, den 2. Januar, gegen 5 Uhr Morgens, bei Valderno, nicht weit von Arezzo, ein Feuermeteor mit einem kegelförmigen Schweife, warf Funken, ging von W nach O, ohne hörbares Getöse. Aus der *Antologia Romana*, Febr. 1825, im *Bulletin des sciences par Ferussac*, Mai 1825, p. 303. Aus der Art der Erzählung sieht man, daß der Berichterstatter ganz der Sache unkundig ist.

1825, den 17. Januar, Abends gegen 7 Uhr, zu Bromberg gegen SW am Horizonte eine ziemlich große Feuerkugel; sie verbreitete viel Licht, und verschwand an derselben Stelle mit unzählbaren Strahlen und Flammen, gleich einer Rakete. (Sie muß also in einer von dem Orte der Beobachtung abwärts gehenden Richtung sich bewegt haben.) Es ward kein Knall gehört. *Preussische Staatszeitung*, vom 24. Februar 1825.

1825, den 24. Januar, nach 10 Uhr Abends, zu Königsberg und in der Gegend eine kleine Feuerkugel in W, welche viel Glanz verbreitete. (Was man hernach für einen Blitz gehalten hat, wird wahrscheinlich eine in großer Entfernung geschehene Explosion gewesen seyn.) *Kastner's Archiv für Naturkunde*, B. 5. H. 3. S. 583.

1825, den 3. Februar, um 5½ Uhr Morgens, zu Nürnberg, bei Schneesturme eine hellglänzende Feuer-

kugel am nördlichen Himmel), welche in mäßiger Erhebung über den Horizont in einer dem Schneesturme (mit dem sie in keiner Verbindung stehen konnte) entgegengesetzten Richtung von O nach W flog. Bei ihrem Verschwinden leuchtete sie hell auf, und es ertönte ein starker lange dauernder Donner. Die Wolken, welche den Himmel ganz bedeckt hatten, zertheilten sich nach dem Verschwinden der Feuerkugel (vielleicht, weil sie meistens aus nachgelassenem Rauche und Dampfe des Meteors mochten bestanden haben, vielleicht auch, wenn es wirkliche Wolken waren, blos zufällig), und der Mond und die Sterne standen ganz klar am Himmel. *Kastner's Archiv für Naturkunde*, B. 4. H. 2. S. 198, 199.

An demselben Tage, um 11 Uhr Abends, zu Bremen plötzlich blendendes Licht, dem ein betäubender Knall folgte. In kurzen Intervallen erfolgten noch 3 heftige Schläge, mit (scheinbarem) Blitz und Donner zugleich, welcher letztere nicht von dem gewöhnlichen Rollen begleitet war, und mehr einer Kanonade glich. (Aus diesen Umständen läßt sich schließen, daß es kein Gewitter, sondern eine ganz in der Nähe explodirende Feuerkugel gewesen ist, die man wegen der trüben Witterung nicht genauer hat beobachten können.) *Berliner Zeitungen*, No. 36, vom 12. Februar 1825.

1825, den 4. Februar, um 5½ Uhr Abends zu Kassel während eines Schneegestöbers am nördlichen Horizonte eine Feuerkugel von der scheinbaren halben Größe des Mondes; sie ging pfeilschnell in fast horizontaler Richtung von SW nach NO, und verbreitete ein glänzendes Licht.

1825, den 7. Februar (3 Tage nach dem vorher erwähnten Meteor), sah man ebendasselbst wieder eine Feuerkugel von blutrother Farbe. *Berliner Zeitungen*, vom 12. Februar 1825.

1825, den 28. Juli, um 9 $\frac{1}{4}$  Uhr Abends, sah man zu Frankfurt am Main am östlichen Himmel eine Feuerkugel, groß, röthlich, mit einem weissen, etwa 10 Mondsdurchmesser langen Nebelschweife, der durch das Sternbild der Andromeda in einem Winkel von 30° sich nach O zu gegen den Horizont senkte. Einer will dabei ein leises Krachen, wie von entferntem Musketenfeuer vernommen haben. Auch zu Bamberg hat man dieses Meteor nach NO und zu Stuttgart nach NW gesehen (es muß also eine Zikzackbewegung gemacht haben). In Hannover sah man es in O, ungefähr 10 bis 12 Grad hoch. Nach mehreren Zeitungsberichten, unter andern in der *Berliner Haude- und Spenerschen Zeitung*, No. 207, vom 12. September 1825.

1825, den 3. August, ein Feuermeteor zu Meidling und Döbling im Oesterreichischen gesehen, von W nach O gehend, nach *Zeitungs Nachrichten*.

1825, den 22. August, um 11 Uhr Abends, sah man in Utrecht und in Amsterdam eine Feuerkugel von S nach N gehen, sehr glänzend. Bei dem Verschwinden hörte man ein entferntes Geräusch. *Berliner Haude- und Spenersche Zeitung*, No. 205. vom 3. September. An demselben Tage ward um 11 Uhr Abends eine Feuerkugel, höchst wahrscheinlich ebendieselbe, auch in Burgchemnitz, 5 Meilen nordwärts von Leipzig, gesehen, nach NW zu, anfangs kleiner als der Mond, und hernach sich viel weiter ausbreitend, mit

sehr hellem *grünen* Lichte, welche Nachricht mir der dortige Herr Pfarrer Jakobi mitgetheilt hat. (Aus dem an dieser, und noch an einigen andern Feuerkugeln, unter andern noch an 2 hier erwähnten, bemerkten grünen Lichte möchte sich wohl bei diesen Meteoren etwas von Kupfergehalt vermuthen lassen, welcher sich auch schon bei einigen Meteormassen in einem geringen Verhältnisse gezeigt hat, aber bei dem Meteorsteinfalle am 28. Mai 1677 scheint der Hauptbestandtheil gewesen zu seyn.)

1825, den 20. September, Abends um 9 Uhr sah man in Hannover eine Feuerkugel, größer als der Vollmond, von O etwa  $10^{\circ}$  nördlich, ungefähr  $20^{\circ}$  hoch, Funken werfend, weiter ziehen. Einer sah das Zer springen. Das Licht war gelb und blau. *Frankfurter Ober-Post-Amts-Zeitung*, vom 2. October. *Berliner Vossische Zeitung*, vom 3. October. Auch in Leipzig wollen Einige eine Feuerkugel, wahrscheinlich dieselbe, an demselben Abende gesehen haben, wovon ich aber keine genauern Nachrichten erhalten konnte.

1825, den 24. September, Morgens um 1 Uhr, bei heiterem Himmel und Mondscheine, zu Leipzig eine Feuerkugel von dem dritten Theile des Monddurchmessers. Sie zeigte rothes Licht, wie der Mars, aber feuriger, war nicht scharf begrenzt, und ließ keinen Schweif nach sich, ging von W nach O, schien in S ungefähr  $55^{\circ}$  hoch zu seyn, und verlöschte ungefähr in einer Höhe von  $48^{\circ}$  ohne hörbaren Knall. Die Nachricht verdanke ich dem Herrn Professor Seyfarth in Leipzig.

1825, den 17. October, Nachts um 1 Uhr zu Prag

eine sehr große Feuerkugel; bei dem Zerspringen hörte man einen Knall, wie von einem Böller, wodurch Viele aus dem Schlafe aufgeschreckt wurden. *Aus Zeitungen*, unter andern der *Berliner Haude- und Spenerfchen Zeitung*, No. 252. vom 28. October 1825.

1825, den 19. October, um 8½ Uhr Abends, eine Feuerkugel, zu Berlin gesehen, hoch in S, ging schnell von VV nach N, sich etwas abwärts senkend. Man hat kein Zerspringen gesehen und keinen Knall gehört.

1825, den 22. October, Abends gegen 7 Uhr sah man bei Höxter ein Feuermeteor nach NNW. Nach *Zeitungsberichten*.

1825, den 4. November, Abends gegen 9 Uhr bei Halle ein Feuermeteor nach NW.

1825, den 5. November, Abends, 5 Minuten vor 7 Uhr sah Herr Wilhelm Weber nebst Andern zwischen Merseburg und Halle in NNW ein Meteor von ganz weißem blendenden Lichte; es stieg nicht ganz 10° über den Horizont, und zerplatzte ohne hörbaren Knall, wobei die Funken nach allen Seiten sprühten. Die Erscheinung dauerte etwa nur 15 Sekunden.

1825, den 1. Dezember, etwas nach 5 Uhr Abends sah man zu Berlin, in der Richtung der Spree abwärts, eine Feuerkugel, in der Größe des Vollmondes, die still zu stehen schien, (weil sie in der Richtung des Beobachters mag gegangen seyn) das Licht war röthlich und etwas matt. Etwa nach einer halben Minute legte sich ein schwarzer Streif (vermuthlich von ausgebrochenem Dampf) vor, und nach ein Paar

Sekunden verschwand die Kugel. Hernach sah man hinter einer dunkeln Wolke einen hellen Schein. Aus der *Berliner Vossischen Zeitung*, im *Frankfurter Journal* vom 12. Januar 1826.

1825, den 10. Dezember, früh um 5 Uhr, bei Halle ein Feuermeteor, einer etwas matten Rackete ähnlich, an der Nordseite des Himmels von W nach O scheinbar horizontal gehend, von dem Gutsbesitzer, Herrn von Lehmann gesehen.

1825, den 18. Dezember, um 8 Uhr 40' Abends sah Herr Doctor Buch in Frankfurt am Main bei einer sehr beschränkten Aussicht ein Feuermeteor an der Nordseite des Himmels von O nach W langsam ziehen. Verschiedene versichern auch, daß sie dort an demselben Tage ungefähr 2 Stunden früher auch nach SO zu eine Feuerkugel mit einem Schweife gesehen haben.

---

Es ist schade, daß man bei uns so wenig aufmerksam auf solche Naturerscheinungen ist, und keine hinreichend genaue Beobachtungen solcher Meteore liefert, daß aus correspondirenden Beobachtungen der aus verschiedenen Standpunkten gesehenen scheinbaren Bahn die wahre Bahn u. s. w. könnte durch Berechnungen gefunden werden. In manchen andern Gegenden hat man solche Erscheinungen weit besser beobachtet, besonders schon früher in England, wo wir so viele gute Zusammenstellungen von Beobachtungen, nebst Berechnungen der Bahn, Geschwindigkeit, GröÙe u. s. w. durch Halley, Pringle, Blagden und Andere erhalten haben, und auch in neuerer Zeit in Nord-Amerika, wo Bowditch und



James Dean sich um diesen Gegenstand sehr verdient gemacht haben. Sogar, bei dem bekannten Meteor, welches den großen Steinfall bei Weston in Connecticut gab, am 14. Dezember 1807, waren an diesem Wintermorgen früh um 6½ Uhr, wo bei uns die Meisten noch schlafen, schon genug verständige Leute bei der Hand, die so gute Beobachtungen lieferten, daß Bowditch seine Berechnungen darauf gründen konnte. Warum kann so etwas bei uns nicht auch geschehen? Wer also Gelegenheit hat, gute Beobachtungen solcher aus verschiedenen Standpunkten gesehenen Meteore zu sammeln, bei welchen die Richtung, die Höhe, der Punkt des Erscheinens oder des Verschwindens u. s. w. genau bemerkt sind, am besten durch Vergleichung mit der Lage gegen gewisse Sterne, oder auch allenfalls durch Schätzung, und durch Vergleichung der Lage mit einem Hause oder einem Baume, aus einem gewissen Standpunkte betrachtet, der thue es, wobei es wohl am besten seyn möchte, solche gesammelte Beobachtungen hernach an Herrn Professor Brandes zu schicken, der zu solchen Berechnungen und Untersuchungen mehr als Andere geeignet ist.

#### IV. Bemerkungen über Feuermeteore und herabgefallene Massen.

Außerst merkwürdig sind die Resultate der neueren Sternschnuppenbeobachtungen des Herrn Professor Brandes, welche er im ersten Hefte seiner *Unterhaltungen für Freunde der Astronomie und Physik* (Leipzig, bei Joh. Ambr. Barth) bekannt gemacht hat, und wovon auch schon in diesen *Annalen*, B. 78. S. 421 Einiges von ihm kurz angedeutet ist. Er fand

nämlich bei der Zusammenstellung der Bahnen, daß diejenige Richtung vorherrscht, welche der Erde in ihrer Bewegung entgegengesetzt ist, so wie es auch seyn muß, wenn diese Massen von außen bei uns anlangen, und vorher im Weltraume sich nach allen möglichen Richtungen bewegten. Unter 36 Bahnen waren 26 abwärts geneigte, 9 aufwärts gehende und eine horizontale. In Hinsicht des Azimuths zeigte sich die Richtung nach Südwest, oder vielmehr die nach  $55^{\circ}$  westlich, als die vorwaltende. Es fanden sich nämlich unter 34 Bahnen in dem Quadranten, in dessen Mitte  $55^{\circ}$  westlich sich befindet, zwischen  $10^{\circ}$  und  $100^{\circ}$  westl. Azimuth 15; in dem entgegengesetzten von  $80^{\circ}$  bis  $170^{\circ}$  östl. Azimuth nur 5; und in den beiden andern waren in dem einen 7, in dem andern 9. Bei Vergleichung für die Sextanten des Kreises ist es noch auffallender; es befanden sich nämlich in dem, wo  $55^{\circ}$  westlich in der Mitte liegt, also von  $25^{\circ}$  bis  $85^{\circ}$  westlich 12 Bahnen; in dem entgegengesetzten nur 2; in den beiden Sextanten, welche jenem ersten am nächsten liegen, in einem 6, im andern 9; in den beiden Sextanten, die entfernter von dem ersten liegen, in einem 3, in dem andern 2. Bei weitem Berechnungen der Richtung, in welcher sich die Erde zur Zeit der Beobachtung bewegte, zeigte sich die Verbindung einer vorherigen eigenthümlichen Bewegung dieser Massen mit der Bewegung der Erde noch deutlicher, da in dem Octanten, welcher dieser Richtung gerade gegenüber stand, gar keine Sternschnuppe ging, und in den, welche dieser Richtung zunächst waren, nur in dem einem 2 und in dem andern 3. Die Geschwindigkeit war gewöhnlich 4 bis 8 Meilen in einer Se-

kunde. Da die Erde ungefähr mit 4 Meilen Geschwindigkeit fortrückt, so wird mit Recht bemerkt, daß die, deren eigenthümliche Bewegung nach West geht, sich scheinbar schneller, und die nach O gehenden scheinbar langsamer bewegen mußten; ob es aber so ist, ließe sich aus den Beobachtungen noch nicht bestimmen. (Ich zweifle nicht, daß es sich bei fortgesetzten Beobachtungen, wenn man auf diesen Umstand besonders aufmerksam seyn will, auch so finden werde.) Die gefundene Höhe war von 1 Meile bis weit über 50 Meilen über der Erde. Die Größe, wo sie sich einigermaßen bestimmen ließe, welches immer sehr unsicher ist, war bei einer über 120 Fuß, wo der noch mehrere Sekunden lang sichtbare Schweif einen Cylinder von demselben Durchmesser und von 3 bis 4 Meilen Länge bildete; bei einer über 100 Fuß, und bei einer über 80 Fuß. Die Länge der sichtbar durchlaufenen Bahn war bei einer nur  $\frac{1}{2}$  Meile, bei einer andern 1 Meile, bei den übrigen aber von 2 bis 40 Meilen. Bei einer Sternschnuppe ward ein Zerspringen beobachtet (dergleichen ich auch schon gesehen habe). Eine hatte eine sehr in einen Bogen gekrümmte Bewegung. Eine, die fast vertikal 20 Meilen (von 45,7 bis 24,8 Meilen Höhe) herabging, und an der Küste der Ostsee nahe bei dem Rigaischen Meerbusen muß im Zenith gewesen seyn, würde haben können von Schlesien bis nach Lappland, und von Christianland in Norwegen bis nach Twer in Rußland gesehen werden. Bisweilen schien eine gewisse Uebereinstimmung der Richtung bemerkbar zu seyn, bisweilen aber nicht. Einmal gingen zwei gleich nach einander so, daß ihr wahrer Ort im Raume nahe zusammen-

stimmte. In niedrigeren Gegenden der Atmosphäre, etwa in 1 bis 2 Meilen Höhe, scheinen nur kleinere Sternschnuppen sich zu zeigen. Mit der Witterung scheinen sie in keiner Verbindung zu stehen. (Recht sehr wäre zur Vermehrung und Berichtigung unserer Kenntnisse von diesem für die Kosmologie so wichtigen Gegenstande zu wünschen, daß Herr Professor Brandes genug Geduld, Lust und körperliche Ausdauer behalten möge, um in der Folge einmal wieder solche allerdings schwierige und mühsame, aber desto mehr verdienstliche Beobachtungen anzustellen, und daß er recht viele eifrige und thätige Mitarbeiter finden möge. Es wäre auch recht gut, wenn in England die Herren John Faray und Benjamin Bevan uns noch mehr von Sternschnuppen-Beobachtungen und deren Resultaten mittheilen wollten, als in *Nicholson's Journal of natural philosophy*, Vol. 34. p. 298 geschehen ist.)

Mit der von mir schon im Jahre 1794, und auch früher von Pringle, Halley, Wallis, Maskelyne, Rittenhouse und einigen Andern behaupteten Ankunft der meteorischen Massen aus dem allgemeinen Weltraume (welche doch endlich immer allgemeiner angenommen werden muß, da dieser Ursprung mit allen Beobachtungen übereinstimmt, aber der von Manchen, welche die dabei beobachteten Umstände besonders in Ansehung der Bahn und Bewegung nicht gehörig kennen und erwägen, oder mit der fixen Idee behaftet sind, daß jeder Weltkörper etwas ganz Abgeschlossenes seyn müsse, behauptete atmosphärische Ursprung ganz und gar der Natur widerspricht), zeigen sich in neuerer Zeit immer mehrere ausgezeich-

nete Astronome und Physiker einverstanden. So hält z. B. Flaugergues (*Annales de Chimie* t. XVII. und *Annalen der Physik*, B. 69. S. 421) bei Gelegenheit des Meteorsteinfalles bei Javenas die Feuermeteorite für kleine Kometen - oder Planetenartige Körper, denen die Erde auf ihrem Wege begegnet \*). Ungefähr ebendasselbe äußert Herr Baron von Zach in seiner *Corrèsp. astron.* 1822, No. V. wie auch M. C. Bailly in seinem *Résumé complet d'Astronomie*, Paris 1825. Al. Volta hat auch in der Sitzung des k. k. Instituts zu Mailand am 31. Dezember 1822 einen Aufsatz vorgelesen, worin er die Feuermeteorite als kleine sich im Weltraume bewegend Körper ansieht.

Zu den vorzüglichsten die meteorischen Massen betreffenden Forschungen gehören auch Herrn Hofr. Stromeyer's Analysen des in der Pallassischen und ähnlichen Gediogeneisenmassen enthaltenen Olivins,

\*) Es wird hierbei die Vermuthung geäußert, daß die als Schlacken auf der Flüssigkeit, welche die Sonne bedeckt (?) schwimmenden sogenannten Sonnenflecken könnten von der Sonne durch eine uns unbekannte Kraft schief fortgeschleudert werden, und so lange um die Sonne kreisen, bis sie von einem Planeten angezogen, auf ihn herabfielen. Diese Vermuthung kann aber nicht angenommen werden, 1) weil die Sonne eine viel zu starke Anziehung hat, als daß es wahrscheinlich wäre, daß etwas so weit könnte weggeschleudert werden, 2) weil der Widerstand der Sonnenatmosphäre, welche auf der Oberfläche wohl 780 mal dichter seyn muß, als unsere Atmosphäre, eine so ungeheure Wurfkraft erfordern würde, daß man es schon deshalb als unglaublich ansehen kann, 3) hauptsächlich deshalb, weil durch eine solche Wegschleuderung, wenn sie auch noch so schief geschähe, doch kein planeten- oder kometenartiger Umlauf könnte bewirkt werden, indem das Perihelium doch immer wieder auf die Sonne selbst fallen würde, weshalb also die ursprüngliche hernach durch die Anziehung der Sonne umgeänderte Bewegung eines um die Sonne kreisenden Körpers nicht kann von innen nach außen, sondern von außen in einer tangentialen Richtung gegangen seyn. Die von Buffon vorgetragene Idee, daß die Planeten sollen von der Sonne ausgeschleudert seyn, welcher Manche noch immer anhängen, ist also ganz und gar nicht der Natur gemäß. *Chl.*

in Vergleichung mit dem Olivin aus Basalten und mit dem Chrysolith. Die Hauptresultate sind: 1) daß alle von ihm zerlegten Olivine aus Basalten und Chrysolithe Nickeloxyd enthielten, 2) daß in dem Olivin oder Chrysolith der Gediogeneisenmassen sich gar kein Nickel befindet, 3) daß Olivin, Chrysolith und die Steinart in den Gediogeneisenmassen zu einer und derselben Species gehören. Ueber diese Analysen hat Herr Hofr. Strömeier in der Versammlung der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen an deren Stiftungstage 1824 eine Abhandlung vorgelesen, von welcher ein Auszug in den *Göttingischen gelehrten Anzeigen* 1824, St. 208 und 209 vom 27. Dezember 1824 sich befindet, aus welchem das Wesentlichste auch in diesen *Annalen*, B. 80. S. 193 f. mitgetheilt ist.

Ueber die in den Meteorsteinen vorkommenden krySTALLisirten Mineralien hat mein sehr verehrter Freund, Herr Gustav Rose, in diesen *Annalen*, B. 80. S. 173 f. interessante Beobachtungen bekannt gemacht, besonders über die in dem Meteorsteine von Juvenas. Der braune Bestandtheil zeigte sich als *Augit*, der weiße unterschied sich vom Albit durch einen geringern Antheil von Natrum, und kam hierin, so wie auch in der Form und dem Verhalten vor dem Löthrohre mit dem *Labrador* überein; die gelben Blättchen ließen sich der Form nach nicht bestimmen. Das metallische Fossil schien *Magnetkies* zu seyn. Das Ganze dieses Meteorsteins findet er dem *Dolerit* vom Meisner in Hessen sehr ähnlich. Auch hat er die KrySTALLisationen des Olivins oder Chrysoliths in dem Pallassischen Eisen genau gemessen. Diese Beobachtungen des Herrn Gustav Rose hat auch Herr Baron von

Humboldt dem französischen Institute am 18. April 1825 und der pharmaceutischen Gesellschaft zu Paris am 16. Mai 1825 mitgetheilt.

Von der in meinem Buche S. 374 weiter erwähnten bituminösen Substanz, welche 1796. den 8. März um 10 $\frac{1}{4}$  Uhr Abends in der Oberlausitz mit einem explodirenden Feuermeteor niedergefallen oder vielmehr davon wie abgetropft ist, habe ich, wiewohl ich nur eine sehr kleine Portion davon besitze, etwas wenigens Herrn Professor John in Berlin zur Analyse gegeben, welcher sie auch, so gut es bei einer so geringen Quantität sich thun ließ, untersucht hat. Er fand darin — ein balsamisches weiches Harz, auflöslich in gemeinem und absolutem Alkohol — eine eigenthümliche Säure und — Wasser. Von Schwefel, den ich darin vermuthet hatte, so wie auch von Schwefelsäure fand sich nicht die mindeste Spur.

In meinem Buche *über Feuermeteore und herabgefallene Massen* habe ich S. 189 von der fabelhaften Volkslage der Morgenländer geredet, nach welcher in der Wolke (von Rauch oder Dampf), aus welcher Meteorsteine kämen, der aus Tausend und einer Nacht und andern Erzählungen bekannte Vogel Rok stecken, und glühende Steine im Schnabel und in den Krallen halten soll, und daß das Getöse des Meteors von dem Geschrei und dem Flügelschlage dieses Vogels herrühre, worüber auch *Voyages de Sind-bad, traduits par Langlès* p. 76 und *Annales de Chimie* t. IX. p. 476 nachzusehen sind. Diese Volkslage habe ich zur Erklärung der Stellen im *Koran*, Sura 8, v. 16 und Sura 103, v. 3 u. 4 und in dessen Commentatoren *Dschelal-eddin* und *Ismael* angewendet, wo von einem höchst-

wahrscheinlich um das Jahr 570 bei Beder in Arabien  
 geschehenen Meteorsteinfalle die Rede ist. In meiner  
*Vierten Lieferung Neuer Beiträge*, in *Annalen*, B.  
 78. S. 157 habe ich aus einem Aufsatze des Herrn von  
 Hammer in der *Steiermärkschen Zeitschrift*, H. 1.  
 S. 73, auch bemerkt, daß der auf Persischen Münzen  
 vorkommende Vogel des Ormuzd, welcher den Don-  
 nerkeil in seinen Klauen hält, so wie auch der Adler  
 des Jupiter, wahrscheinlich dem Vogel Rok analog  
 sind, und auf das schon in ältern Zeiten bekannt ge-  
 wesene Niederfallen meteorischer Massen sich zu bezie-  
 hen scheinen. Nun kommen auch in abendländischen  
 Nachrichten, wie ich hier unter No. I. bemerkt habe,  
 solche Vögel mit glühenden Steinen oder Kohlen in  
 den Schnäbeln und Krallen zu 3 verschiedenen Malen  
 vor, nämlich in den Jahren 1189, 1191 und 1226;  
 es ist also zu vermuthen, daß ein solcher Mythos mag  
 seyn nach den abendländischen Gegenden durch zu-  
 rückgekehrte Kreuzfahrer aus dem Orient mitgebracht  
 worden. Aus dieser Uebereinstimmung ergibt sich  
 noch mehr, daß die angeführten Stellen im Koran  
 und in dessen Commentatoren von einem Meteorstein-  
 falle, durch welchen einige Feinde sollen seyn getödtet  
 worden, zu verstehen sind, und nicht etwa bloß alle-  
 gorisch von schwarzen Blättern, wie einige Ausleger,  
 die keine Kenntnisse von Meteorsteinfällen haben  
 mochten, sie wollten verstanden wissen.

*Chladni.*



## III.

*Ueber den Epistilbit, eine neue zur Familie der Zeolithe gehörige Mineralgattung;*

von

GUSTAV ROSE.

(Hierzu die Kupfertafel No. IV.)

Die Krystalle des Epistilbits sind 2- und 2 gliedrig. Man kann zur Grundform ein Rhombenoctaeder annehmen, in welchem die 3 Axen  $a, b, c$  (Fig. 1) sich zu einander verhalten wie

$$\sqrt{2,022} : \sqrt{11,886} : 1.$$

Die beobachteten Formen sind ein sehr geschobenes Prisma  $M$ , an den Enden mit flachen Zuschärfungen  $s$ , die auf die scharfen Seitenkanten des Prismas aufgesetzt sind, und mit Abstumpfungen  $t$  der Ecken an den stumpfen Seitenkanten, die einen Rhombus bilden (Fig. 2). Aus dieser Lage der Kanten folgt also, daß die 3 Flächen  $M, s, t$ , die Abstumpfungen der Kanten eines Rhombenoctaeders sind; und es ist dasselbe, welches zur Grundform angenommen ist, obgleich keine Flächen selbst nicht vorkommen. In andern Krystallen bilden die Flächen  $t$  die Zuschärfungen der Enden, die Flächen  $s$  sind zurückgedrängt, und bilden Abstumpfungen der Ecken an den scharfen Seitenkanten, die auch einen Rhombus bilden (Fig. 3). Oefter treten auch noch schmale Abstumpfungen der Kanten zwischen  $s$  und  $M$  hinzu, die in die Diagonalzone von  $t$  fallen.

Die Formeln der verschiedenen Flächen sind:

N 2

$$\begin{aligned}
 M &= \left[ \begin{array}{c} a : b : \infty e \\ \hline \end{array} \right] \\
 r &= \left[ \begin{array}{c} \infty a : b : \infty c \\ \hline \end{array} \right] \\
 t &= \left[ \begin{array}{c} a : \infty b : c \\ \hline \end{array} \right] \\
 s &= \left[ \begin{array}{c} \infty a : b : c \\ \hline \end{array} \right] \\
 u &= \left[ \begin{array}{c} a : \frac{1}{2}b : c \\ \hline \end{array} \right]
 \end{aligned}$$

Die Neigung von $M$ gegen $M$ beträgt $135^\circ 10'$					
-	-	- $M$	-	- $r$	- 112 25
-	-	- $M$	-	- $t$	- 122 9
-	-	- $M$	-	- $s$	- 96 6
-	-	- $t$	-	- $t$	- 109 46
-	-	- $t$	-	- $u$	- 154 51
-	-	- $t$	-	- $s$	- 141 47
-	-	- $s$	-	- $s$	- 147 40

Einfache Kryftalle find felten, gewöhnlich kommt der Epiftilbit in Zwillingskryftallen vor, die ähnlich denen des Weifsbleierztes gebildet find, und eine Seitenfläche  $M$  gemein haben. Fig. 4 ftellt einen folchen Zwillling in fchiefer, Fig. 5 in horizontaler Projection dar. Die Zufchärfungsflächen  $s$  der beiden in dem Zwilllinge verbundenen Kryftalle bilden in der Kante  $x$  einen ausfpringenden, und in der Kante  $x'$  einen einfpringenden Winkel von  $167^\circ 48'$ . Die Abftumpfungsfächen der fcharfen Seitenkanten  $r$  treten hier gewöhnlich hinzu, und bilden in der Kante  $y$  einen Winkel von  $135^\circ 10'$  wie die Seitenflächen felbst \*).

Der Epiftilbit hat einen fehr deutlichen Blätterdurchgang, parallel mit der Abftumpfung der fcharfen Seitenkante  $r$  und einen unebenen Querbruch. Die Flächen  $M$  find glänzend, aber uneben und nicht meßbar mit dem Reflexionsgoniometer, die Flächen  $s$  find

\*) Nach diefem letztern Winkel am Zwillingskryftall, wie auch nach dem von  $109^\circ 46'$ , unter welchem die Flächen  $t$  gegeneinander geneigt find, habe ich die übrigen berechnet.

matt, *t* und *r* glatt und glänzend. *M* und *t* haben Glasglanz, *r* starken Perlmutterglanz. Der Epistilbit ist von Farbe weiß, und durchsichtig bis an die Kanten durchscheinend.

Die Härte ist 4,5, zwischen Flußspath und Apatit. Das spec. Gewicht 2,249 nach einem Versuche, wo mehrere kleine Stücke, und 2,250, nach einem andern, wo ein einzelnes größeres Stück gewogen wurde. Die Temperatur bei beiden Versuchen 10° R.

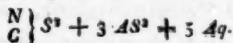
Vor dem Löthrohe verhält sich der Epistilbit wie der Stilbit und Heulandit. Im Kolben mit dem Löthrohre erhitzt, schwillt er stark an und giebt Wasser, eben so schwillt er auch auf der Kohle an, und bildet ein blasenvolles Email, ohne sich zu einer Kugel zusammenzuschmelzen zu lassen. Von Borax wird er in grosser Menge zu einem klaren wasserhellen Glase aufgelöst; von Phosphorsalz wird er zersetzt und bildet ein klares Glas, worin die Kieselerde unaufgelöst schwimmt. Mit Soda bildet er ein klares, blasenvolles Glas. Mit Kobaltsolution befeuchtet, wird das Email blau.

Der Epistilbit ist auflöslich in concentrirter Salzsäure, mit Hinterlassung eines feinen, körnigen Pulvers von Kieselerde. Das geglühte Pulver des Epistilbits ist in Säuren gänzlich unauflöslich.

Die chemische Zusammensetzung ist nach einer damit angestellten Analyse folgende:

	Sauerstoffgehalt.			
Kieselerde	58,59	. .	30,44	. 12
Thonerde	17,52	. .	8,18	. 3
Kalkerde	7,56	. .	2,12	} . 1
Natron	1,78	. .	0,45	
Wasser	14,48	. .	12,87	. 5

Die mineralogische Formel daher



Der Epistilbit findet sich auf Island und den Färöer Inseln in den Höhlungen eines Mandelsteins. Die Krysalte sind theils auf einer derben Masse mit körnig abgetonderten Stücken, theils einzeln und mit Heulandit auf den Wänden der Höhlungen selbst angewachsen.

Ich hatte diese Gattung schon vor mehreren Jahren in der Königlischen Mineralienammlung in Berlin gesehen, und ihre Form bestimmt. Herr Prof. Weis hat schon früher einige Stücke mit Zwillingskrysalten, die indess nicht sehr deutlich waren, besonders gestellt und für eine neue Varietät des Blätterzeoliths gehalten. Die Charaktere, wodurch sich die Substanz als eine neue Gattung erwies, wurden an kleinen einfachen Krysalten bestimmt; die mit größern Krysalten des Heulandits zusammen vorkommen. Ich fand später 1824 den Epistilbit wieder in Paris in der Privatsammlung des Königs, wo Herr Graf von Bournon sie auch schon als etwas Neues ausgezeichnet hatte. Ich stellte auch mit diesen Krysalten Messungen an, was mir Hr. v. Bournon gern erlaubte. Die Messungen stimmten mit den früheren, aber ich ergreife mit Freuden diese Gelegenheit, um auch öffentlich dem Hr. v. Bournon meinen innigsten Dank auszusprechen, für die außerordentliche Liberalität, mit welcher er mir verstatet, hat die unter seiner Direction stehende Sammlung nicht nur durchzusehn, sondern auch die darin befindlichen Krysalte zu messen.

Die Krysalte des Epistilbits haben viel Aehnlich-

keit mit denen des Stilbits (Strahlzeoliths) und des Heulandits (Blätterzeoliths), und sind auch wohl mit diesen bisher immer verwechselt worden. In Bezug auf diese Aehnlichkeit ist ihnen der Name Epistilbit gegeben. Der Stilbit und Heulandit haben wie dieser einen einfachen blättrigen Bruch, einen eben so starken Perlmutterglanz auf demselben, denselben Glasglanz auf den übrigen Flächen, die auch meistens so uneben sind. Doch unterscheiden sie sich durch ein geringeres specifisches Gewicht, das ich beim Stilbit  $= 2,145$   $= 2,176$  bei einer Temperatur von  $8^{\circ}$  R. und beim Heulandit  $= 2,211$  bei einer Temperatur von  $6^{\circ}$  R. fand, durch eine geringere Härte, die bei beiden noch unter der des Flußspathes ist; besonders aber durch ihre Form. Der Stilbit und Epistilbit gehören zwar zu einem gleichen KrySTALLisationsystem, doch sind ihre Winkel mit einander unvereinbar, und der Heulandit ist 2 und 1 gliedrig, also auch schon in seinem KrySTALLisationsystem von den andern verschieden. Ich habe zur Vergleichung eine Zeichnung vom Stilbit Fig. 6 und eine vom Heulandit Fig. 7 hinzugesetzt, wobei die Figuren in Mohs Mineralogie zum Grunde gelegt sind. Der Epistilbit ist ferner ausgezeichnet durch sein häufiges Vorkommen in ZwillingskrySTallen, die bei keiner der andern Gattungen beschrieben sind. Von dem Stilbite kommen zwar kreuzförmige ZwillingskrySTalle vor, und Herr Allan zeigte mir davon in Edinburg ein sehr deutliches Stück, welches er selbst von den Faröer Inseln mitgebracht hatte, doch finden sich diese nur äußerst selten. Der Stilbit und Heulandit haben weiter auch eine andre chemische Zusammensetzung, indem die des erstern nach Hifin-

gers Analyse durch die Formel  $CS^3 + 5 AS^3 + 6 Aq$ , die des letztern nach Walmstedts Analyse durch die Formel  $CS^3 + 4 AS^3 + 6 Aq$  ausgedrückt werden kann. Sie enthalten nach diesen Chemikern:

	Der Stilbit		Der Heulandit
Kieselerde	58,10	.	60,07
Thonerde	16,00	.	17,08
Kalkerde	9,20	.	7,13
Eisenoxyd	0,00	.	0,20
Wasser	16,40	.	15,10
	<u>99,70</u>		<u>99,58</u>

Die Analyse des Epistilbits war einfach. Er wurde in Salzsäure aufgelöst, die Kieselerde, die als körniges Pulver zurückblieb, wurde filtrirt, die Thonerde aus der Flüssigkeit durch kautistisches Ammoniak und die Kalkerde darauf durch oxalsaures Ammoniak präcipitirt. Die erhaltene Thonerde wurde wieder in Salzsäure aufgelöst, und von der geringen Menge Kieselerde, die sie enthielt getrennt. Der erhaltene oxalsaure Kalk wurde geglüht, mit kohlensaurem Ammoniak befeuchtet, getrocknet, und als kohlensaurer Kalk bestimmt. Die zurückgebliebene Flüssigkeit wurde zur Trockne abgedunstet, die trockne Masse wieder aufgelöst, die zurückgebliebene Kieselerde filtrirt und die Flüssigkeit zum KrySTALLISIREN hingestellt. Es schossen ganz deutliche Würfel an, die sich wie Krystalle von Kochsalz verhielten, da sie an der Luft nicht zerflossen, und weder in Alcohol aufgelöst in einer Auflösung von salzsaurem Platin in Alcohol einen Niederschlag, noch in Wasser aufgelöst, in einer Auflösung von Weinsäure in Wasser einen Niederschlag hervorbrachten.

Die angegebene Wassermenge ist das Mittel aus 2 Versuchen, von welchen der eine sie auf 14,72, und der andre sie auf 14,25 bestimmte.

Ich habe noch eine andre Analyse mit dem Epifilbit gemacht, die folgendes Resultat gegeben hat,

	Sauerstoffgehalt.		
Kieselerde	60,28	. .	31,31
Thonerde	17,36	. .	8,11
Kalk	8,32	. .	2,34
Natron	1,52	. .	0,39
Verlust	12,52	. .	11,34
als Wasser genommen.			

Der Wassergehalt ist nach dieser Analyse kleiner, und der Kieselerdegehalt grösser, als er nach der Formel  $\frac{C}{N} \} S^3 + 3 AS^3 + 5 Aq$  seyn müßte. Dies rührt aber daher, daß ich bei dieser Analyse den Epifilbit, um ihn leichter in Salzsäure aufzuschließen zu können, sehr fein rieb und schlammte, und das geschlammte Pulver in der Röhre des Stubenofens trocknete, dessen Hitze wahrscheinlich zu stark war. Es wurde hierdurch schon ein Theil zersetzt, der sein Wasser verlor, dadurch unauflöslich in Säuren wurde, und so bei der Kieselerde blieb, deren Menge er vergrößerte. Ich habe aber diese Analyse angeführt, weil sie mit möglichster Genauigkeit gemacht und die verhältnäsmäßige Menge von Thonerde, Kalk und Natron richtig bestimmt ist.

In der mineralogischen Formel  $\frac{N}{C} \} S^3 + 3 AS^3 + 5 Aq$  habe ich Natron und Kalk zusammengestellt, obgleich es nicht wahrscheinlich ist, daß beide isomorph sind. Der Anhydrit hat im Gegentheil eine ganz andre Krystallform als das wasserfreie neutrale Schwefelsäure Natron, welches Haidinger beschrieben hat, auch ist

der Glauberit von beiden in der Form verschieden, und doch ist der erste  $\text{Ca S}^2$ , das zweite  $\text{Na S}^2$  und der letztere  $\text{Na S}^2 + \text{Ca S}^2$ . Eben so wenig lassen sich die Kry stallformen des Mejonits auf die des Nephelins zurückführen, obgleich doch die chemische Zusammensetzung des erstern nach den Analysen von Leop. Gmelin und Stromeyer durch die Formel  $\text{CS} + 3\text{AS}$  und des letztern nach der Analyse von Arfwedson durch die Formel  $\text{NS} + 3\text{AS}$  ausgedrückt werden kann. Wohl aber scheint es nach den Analysen der Mesotype von Fuchs, daß Natron, mit einer gewissen Menge Wasser verbunden, mit Kalk isomorph sey, daß es sich also zum Kalk verhalte wie Ammoniak zum Kali, welches erstere, wie Mitscherlich gezeigt hat, nur mit Kali isomorph ist, wenn es 2 Atome Wasser enthält. Ist dieses aber der Fall, so kommt etwas von dem Wasser noch auf das Natron, um mit Kalk isomorph zu seyn, und es verändert sich dann noch die Zahl 5, beim Wasser, welches bei diesen Formeln keine gewöhnliche Zahl ist. Ehe dies aber bestimmt ausgemacht ist, kann man die Formel des Epistilbits nicht anders schreiben, als wie oben geschehen ist, denn wenn gleich, besonders nach der 2ten Analyse, der Sauerstoff des Natrons zum Sauerstoff des Kalks in einem einfachen Verhältnisse und zwar wie in dem von 1 : 6 steht, so ist dies doch keinesweges zwischen dem Natron und der Thonerde oder den übrigen Bestandtheilen der Fall.

---



## IV.

*Notiz über Hrn. Profess. Mitscherlich's Beobachtungen, den Dimorphismus des wasserhaltigen schwefelsauren Zinkoxyds und der wasserhaltigen schwefelsauren Magnesia betreffend;*

VOR

WILHELM HAIDINGER.

Während meines Aufenthaltes in Freiberg liefs ich öfters Zinkvitriol und Bittersalz krySTALLISIREN, um die Winkel und andere Eigenschaften dieser Körper an frischen KrySTALLen zu untersuchen. War die wässrige Auflösung des schwefelsauren Zinks sehr concentrirt, und die Temperatur des Ofens, auf dem ich sie stehen hatte, etwas hoch; so bildeten sich zwar auch KrySTALLe, die sich jedoch schon durch ihre sehr geringe Durchsichtigkeit, noch vielmehr aber durch ihre Form von denen des gewöhnlichen Zinkvitriols auszeichneten. Die Formen der neuen Species gehörten nämlich nicht in das prismatische, sondern in das hemi-prismatische System, und sahen besonders denen vom Borax ähnlich, nur waren die Winkel anders. Auch die schwefelsaure Magnesia, die ich wegen des Isomorphismus von Zink und Magnium, ebenfalls unter denselben Umständen krySTALLISIREN liefs, gab dasselbe Resultat. Diese einzeln stehende Beobachtung theilte ich Hrn. Profess. Mitscherlich während seines Aufenthaltes in Edinburg im J. 1824 mit. Er wiederholte sie späterhin und mit gleichem Erfolg, auch fand

er, daß das schwefelsaure Nickel, welches bereits eine zweite pyramidale Form besitzt, unter denselben Umständen kein hemiprismatisches Salz gebe. Einige Zeit nachher untersuchte er den Einfluss, welchen die Erhöhung der Temperatur auf die doppelte Strahlenbrechung krySTALLisirter Körper äußert, und fand hiebei, daß diese im Bittersalz bis auf einen gewissen Punkt ganz unverändert blieb, daß aber hierauf der ganze KrySTALL, den er in Oel erhitzt hatte, plötzlich undurchsichtig wurde. Im Bruche zeigte der KrySTALL die Structur einer Pseudomorphose, da er aus vielen hemiprismatischen Individuen bestand, die von der Oberfläche der KrySTALLe ausgehend, sich gegenseitig im Innern des ursprünglichen KrySTALLes begränzten. Professor Mitscherlich wiederholte den Versuch unter verschiedenen Umständen, und fand, daß die oben erwähnte Veränderung in beiden Salzen bei ungefähr  $42^{\circ}$  R. erfolgt. Erhitzt man den KrySTALL in einem Glaskolben auf der Spirituslampe, so geht die Zersetzung vor sich, ohne daß Wasser fortgetrieben wird, außer demjenigen, was vielleicht mechanisch zwischen den Lamellen der KrySTALLe eingeschlossen sich befand; zum Beweise, daß die Mischung beider Species wesentlich dieselbe ist, und daß ihre Verschiedenheit nur von der Anordnung der Theilchen herrührt. Aus dieser Veränderung schließt Prof. Mitscherlich, daß selbst in einem festen Körper die Atome ihre respective Lage verändern können, wodurch im gegenwärtigen Falle sich zwei Species unterscheiden, deren eine bei einer Temperatur höher als  $42^{\circ}$  R. nicht mehr bestehen kann. Lebten wir in einer so hohen Temperatur, so würden wir vielleicht eben so selten die jetzt

gewöhnliche prismatische Form dieser Salze sehen, als die sechsseitigen Tafeln des Kochsalzes. Nach der Veränderung ist auch die vollkommene Theilbarkeit der ursprünglichen Krystalle verschwunden; obwohl die zusammengesetzte Masse noch einige Cohärenz besitzt, so giebt sie doch einem geringen Drucke nach und zerfällt. Man kennt bereits die oben beobachteten analogen Veränderungen an mehreren dimorphen Körpern. So ist nach Mitscherlich der durch Schmelzen in hemiprismatischen Krystallen erhaltene Schwefel erst ganz durchsichtig, wird aber nach einem oder zwei Tagen undurchsichtig. Auch am Arragonit hat Berzelius schon vor längerer Zeit beobachtet, daß er plötzlich zerpringt, wenn man ihn in einem Glaskolben erhitzt, während Kalkspath, den man in demselben Gefäße zu gleicher Zeit derselben Hitze ausgesetzt hat, in Hinsicht auf die Form unverändert bleibt und selbst seine Durchsichtigkeit beibehält.

*Zusatz.* Die doppelte Form des schwefelsauren Nickeloxyds, deren Hr. Haidinger in dem Vorhergehenden erwähnt, ist zuerst von Hrn. Brooke bemerkt, und von diesem nebst einigen andern Gegenständen in den *Annals of Philosophy. New Series T. VI. p. 437* beschrieben worden, in Begleitung mit einer von Hrn. Phillips angestellten Analyse beider Salze. Ein Auszug aus diesen Arbeiten wird hier nicht am unreechten Orte stehen. (P.)

Ich empfang, sagt Hr. Brooke, vor einiger Zeit von Hrn. R. Phillips mehrere Krystalle dieses Salzes (des schwefelsauren Nickeloxydes), welche *gerade rhombische* Prismen waren, und kurz darauf verfiel

mich Hr. Cooper mit anderen, die *quadratische* Prismen darstellten. Als ich diese Verschiedenheit in der Form bemerkte, drängte sich mir zunächst die Vermuthung auf, daß wohl in dem Wassergehalt dieser Salze ein Unterschied vorhanden seyn möchte, da sowohl Hr. P. als Hr. C., sich überzeugt hielten, daß die Salze vermöge ihrer Bereitungsart von fremden Beimischungen frei waren. Die quadratischen Prismen hatten indess nicht so glänzende Flächen, als man wünschen konnte; Hr. Cooper löste daher einige dieser Kryrstalle in destillirtem Wasser auf und verdampfte die Lösung, wobei sich zu seinem Erstaunen *rhombische Prismen* absetzten, denen ähnlich, welche Hr. Phillips erhalten hatte, und ohne daß ihnen ein einziges quadratisches Prisma beigemischt war. Als Hr. Phillips diese Thatfache erfuhr, untersuchte er die Auflösung, aus welcher er seine ersten Kryrstalle erhalten hatte, und fand, daß sich seit der Zeit neue Kryrstalle von *beiden* Formen abgesetzt hatten, so wie auch, daß die Kryrstalle von *jeder* dieser Formen häufig kleinere von der *andern* Form eingeschlossen enthielten.

Nachdem diese Formverschiedenheit entdeckt war, analysirten die Hrn. P. und C. mehrere Quantitäten von den Kryrstallen einer jeden Art, erhielten aber nahe übereinstimmende Resultate, wie aus dem folgenden Aufsatz des Hrn. Phillips erhellen wird. Ehe Hr. Cooper indess seine Analyse begann, zerkleinerte er die Kryrstalle von beiden Formen und setzte sie auf mehrere Tage der Luft aus; er fand dabei, daß die *rhombischen* Prismen einen Atom Wasser verloren, während die *quadratischen* Prismen keinen Verlust erlitten. Da sich bei Hrn. Phillips die *quadratischen*

Prismen nicht eher gebildet hatten, als bis die Lösung derselben durch Verdampfung eingeengt worden war, so wurde es wahrscheinlich, daß ein Ueberschuß von Säure zu deren Erzeugung nothwendig sey. Hr. Cooper löste daher einige rhombische Prismen in verdünnter Schwefelsäure auf, und aus dieser Auflösung wurden quadratische Prismen erhalten. Hiedurch war es ausgemittelt, daß man quadratische oder rhombische Prismen nach Belieben erzeugen könne, je nachdem man das Salz aus einer Auflösung in verdünnter Schwefelsäure oder in Wasser herauskrystallisiren lasse.

Es geht aus den Analysen der beiden Kry stallarten hervor, daß von dem Wasser in den rhombischen Prismen ungefähr  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Proc., in den quadratischen Prismen durch Schwefelsäure ersetzt ist. Da aber diese Verschiedenheit keinen reellen Unterschied in der Zusammensetzung beider Formen aufstellt, so ist es wahrscheinlich, daß man sie einer ähnlichen Ursache zuschreiben könne, wie der, welche dem Arragonit eine von dem Kalkspath verschiedene Form ertheilt.

#### Schwefelsaures Nickel in *rhombischen* Prismen.

Die Form und Winkel dieses Salzes kommen denen des schwefelsauren Zinks so nahe, daß ich geneigt bin zu zweifeln, ob irgend eine wirkliche Differenz zwischen ihnen vorhanden ist. Wenn es eine solche giebt, so überschreitet sie nicht  $2'$  bis  $3'$  und ist in der Neigung von  $M$  zu  $M'$  anzutreffen, die in einigen Kry stallen sich mehr der von  $91^\circ 10'$  nähert, als der von  $91^\circ 7'$ . Wir können daher die vorhin gegebenen Messungen auf die Winkel dieser Kry stalle bezie-

hen. Es ist jedoch eine Verschiedenheit in der Spaltbarkeit beider Salze, denn dieses läßt sich leicht parallel den Seitenflächen seiner Grundgestalt ( $M, M'$ ) spalten.

[Die von Hrn. Brooke beobachtete Form des schwefelsauren Zinks, welche sich parallel der Fläche  $h$  spalten läßt, in dem Uebrigen aber mit dieser Form des schwefelsauren Nickels zusammenfällt, ist auf Taf. III. Fig. 14 abgebildet. Die Winkel sind nach Hrn. B. folgende:

$$\begin{aligned} \text{von } M \text{ zu } M' &= 91^\circ 7' ; & \text{von } \bar{M} \text{ zu } e &= 128^\circ 58' \\ - M - f &= 135^\circ 33' ; & - a - f &= 120^\circ 0' \\ - \bar{M} - h &= 134^\circ 27' ; & - h - e &= 119^\circ 23' ] \end{aligned}$$

Schwefelsaures Nickel in *quadratischen* Prismen.

Diese Kry stallform des schwefelsauren Nickels ist es, auf welche sich Hr. Dr. Wollaston in einem Aufsatze bezieht, der in den Annals of Phil. Bd. XI. p. 286 erschienen ist, jedoch ohne eine Messung. Die Kry stallen lassen sich spalten parallel den Flächen  $P, M$  und  $M'$  in der Fig. 15. Taf. III, welche Flächen der Grundgestalt angehören. Die Neigungen sind

$$\begin{aligned} \text{von } P \text{ gegen } M \text{ oder } M' &= 90^\circ 0' \\ - P - a' &= 126^\circ 24' \\ - P - a'' &= 110^\circ 40' \\ - P - c &= 117^\circ 37' \\ - M - M' &= 90^\circ 0' \end{aligned}$$

So weit Hr. Brooke. Was Hrn. Phillips's Analyse des schwefelsauren Nickeloxydes betrifft, so bemerkt derselbe zuvor, daß die schon vorhandenen Analysen die Zusammensetzung dieses Salzes folgendermaßen angeben:

	Thomson.	Berzelius.	Brande.
Schwefelsäure	29,2 . . . .	28,51 . . . .	28,25
Nickeloxyd	24,8 . . . .	26,72 . . . .	26,50
Wasser	46,0 . . . .	44,77 . . . .	45,00

Hundert Gran von dem in *rhombischen* Prismen krytallisirten Salze wurden von Hrn. Ph. in Wasser aufgelöst und durch salpeterfauren Baryt zerlegt. Der erhaltene schwefelsaure Baryt wog, im Mittel aus 2 Versuchen, 83,08 Gran = 28,16 Schwefelsäure. Hundert Gran desselben Salzes durch Natron zersetzt, gaben 26,3 Gran Nickeloxyd. Bei einer Wiederholung des Versuches wurde etwas mehr an Oxyd erhalten, was, wie Hr. Ph. vermuthet, davon herrührte, daß das schwefelsaure Natron nicht gänzlich durch Waschen entfernt worden war. Betrachtet man den Gewichtsverlust als Krytallisationswasser, so besteht das Salz aus:

Schwefelsäure . .	28,16
Nickeloxyd . . .	26,30
Wasser . . . .	45,54
	<hr/>
	100,00

Hundert Gran von dem in *rechtwinklichen* Prismen krytallisirten schwefelsauren Nickeloxyd, ebenso behandelt, gaben 88,65 schwefelsauren Baryt = 30,0 Schwefelsäure, und 26,2 Gran Nickeloxyd. Diese Salz besteht demnach aus:

Schwefelsäure . .	30,0
Nickeloxyd . . .	26,2
Wasser . . . .	43,8
	<hr/>
	100,0

Da der in diesen quadratischen Prismen enthaltene Ueberschuß an Schwefelsäure weniger als 2 Procent beträgt, so kann er, wie ich denke, wohl nicht als verbunden, sondern nur als beigemennt betrachtet werden, und in diesem Zustande dürfen wir von ihm keinen Einfluß auf die Kry stallform des Salzes erwarten. Hr. Ph. bemerkt noch, daß die Analyse des Hrn. Cooper nahe mit der seinigen übereinstimme, und daß er sich auch von der Richtigkeit der Beobachtung desselben hinsichtlich des verschiedenen Verhaltens dieser Salze bei Aussetzung an die Luft überzeugt habe. Die rhombischen Prismen verloren ein Atom Wasser, während 100 Gran von den quadratischen Prismen nur einen Gewichtsverlust von  $\frac{1}{16}$  Gran erlitten.

---



## V.

*Ueber die Verbindungen des Phosphors mit dem Wasserstoff und den Metallen;*

von

HEINRICH ROSE.

Die Verbindungen des Phosphors gehören zu denen, deren Zusammensetzung man erst später als die von anderen Körpern richtig erkannt hat, obgleich vielleicht gerade sie öfter als jene untersucht worden sind. Die Phosphorsäure war von den Säuren die erste, deren Zusammensetzung Lavoisier quantitativ zu bestimmen suchte; allein obgleich vom Jahre 1777 bis 1816 viele Chemiker sich ebenfalls mit ihr beschäftigten, so stimmten doch die von diesen gefundenen Resultate wenig mit einander überein und wichen sehr von der Wahrheit ab. Erst durch Berzelius's und Dulong's gleichzeitige Untersuchungen lernten wir die wahre Zusammensetzung dieser Säure kennen. Beide zeigten, daß sich der Phosphor in anderen Verhältnissen mit dem Sauerstoff verbindet, als der Schwefel, und, daß die Analogie, die zwischen diesen beiden Körpern der allgemeinen Annahme nach Statt finden sollte, nur scheinbar ist. Berzelius zeigte später, daß der Phosphor in seinen Verbindungen vielmehr eine große Analogie mit dem Arsenik besitzt, was Mitscherlich bei seinen Untersuchungen über die isomorphe Natur der Körper bestätigte.

Der Mangel an Analogie zwischen den Verbindungen

dungen des Phosphors und des Schwefels zeigt sich indessen noch weit auffallender bei den Verbindungen beider mit dem Wasserstoff. Der Schwefelwasserstoff ist eine Säure; dem Phosphorwasserstoff hingegen fehlen nicht nur alle Eigenschaften einer Säure, sondern er zeigt sich in einigen Fällen offenbar basisch, und ähnelt dadurch, wiewohl entfernt, dem Ammoniak, dem er in der Zusammensetzung gleich kommt.

Mit der quantitativen Zusammensetzung des sich von selbst an der Luft entzündenden Phosphorwasserstoffgases haben sich in neueren Zeiten nur wenige Chemiker beschäftigt, vielleicht weil Versuche damit nicht nur gefährlich sind, sondern auch sehr oft die verschiedensten Resultate geben. Die wichtigen Versuche, die Gay-Lussac und Thénard in den *Recherches physico-chimiques* bekannt machten, bezweckten nicht, die Zusammensetzung des Phosphorwasserstoffgases zu finden, sondern vorzüglich die Abwesenheit von Sauerstoff in demselben darzuthun. Nachher hat sich Thomson damit beschäftigt \*). Er fand, daß im Phosphorwasserstoffgase die Quantität des Phosphors 12 Mal so groß sey, als die des Wasserstoffs (7,69 Wasserstoff und 92,31 Phosphor) und daß das Wasserstoffgas sein Volumen nicht verändere, wenn es sich mit Phosphor zu Phosphorwasserstoffgas verbindet; ein Resultat, dem die Versuche von Houton-Labillardière widersprechen, nach denen ein Volumen Phosphorwasserstoffgas  $1\frac{1}{2}$  Volumen Wasserstoffgas enthält \*\*).

\*) *Annales de Chimie et de Physique* II. pag. 297.

\*\*) *Annales de Chimie et de Physique* VI. pag. 307.

Ich habe mich seit längerer Zeit mit den Verbindungen des Phosphors mit dem Wasserstoff und den Metallen beschäftigt, und bin zu einigen Resultaten gelangt, deren Mittheilung der Zweck der gegenwärtigen Abhandlung ist. Die erste Abtheilung derselben wird von der Zusammensetzung des Phosphorwasserstoffgases handeln, das sich beim Zutritt der Luft von selbst entzündet; die zweite von dem Phosphorwasserstoffgase, das man durch Erhitzen der phosphorichten Säure erhält. In einer dritten Abtheilung werde ich von den Verbindungen des Phosphors mit den Metallen reden und zuletzt von den Niederschlägen, die das Phosphorwasserstoffgas in Auflösungen leicht reducirbarer Metalloxyde hervorbringt.

*I. Ueber das sich beim Zutritt der Luft von selbst entzündende Phosphorwasserstoffgas.*

Die gewöhnliche Bereitungsart dieses Gases durch Kochen von Phosphor in einer caustischen Kalilauge giebt ein ziemlich gutes Produkt, ist aber nicht anwendbar, wenn man einen mehrere Stunden anhaltenden Strom des Gases bedarf, der durch Chlorcalcium getrocknet werden muß. Auch wenn man das Gas durch Kochen von Kalkmilch mit Phosphor, oder durch Kochen des Phosphorkalks mit Wasser oder mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure bereiten wollte, so würde man es nicht gut durch Chlorcalcium trocknen können, wenn man einer grossen Menge des Gases bedarf. Ferner entwickelt sich in allen diesen Fällen besonders beim Kochen des Phosphors in caustischer Kalilauge das Gas gewöhnlich explosionsweise, wobei die Schwierigkeit eintritt, daß man

es erst erkälten muß, um es durch Auflösungen hindurch zu leiten, und man auch nicht leicht ein Aufsteigen dieser vermeiden kann.

Zu den meisten von meinen Untersuchungen gebrauchte ich einen Strom von trockenem Phosphorwasserstoffgase, der oft 3 bis 4, ja 6 Stunden anhalten mußte. Ich bediente mich dazu folgenden Verfahrens: Ich löschte gebrannten Kalk mit Wasser zu einem trocknen Pulver, das ich in eine Retorte schüttete, in welcher eine Stange Phosphor sich befand. Die Menge des Phosphors zum Kalkhydrat darf nicht zu groß seyn; der Versuch gelingt immer besser, je kleiner die Menge des Phosphors im Verhältnisse zu der des Kalkes ist. Die Retorte wurde mit einer mit Chlorcalcium gefüllten Röhre und mit dieser nun der übrige Theil des Apparats verbunden. Die Kugel der Retorte wurde zuerst mit kochendem Wasser erwärmt, und dann durch die Flamme einer kleinen Spirituslampe schwach erhitzt. Auf diese Weise bildet sich ein gleichförmiger Strom von Phosphorwasserstoffgas, und nie ist bei der großen Menge von Versuchen, die ich angestellt habe, der Apparat, durch eine Explosion, zersprungen, wenn ich auf diese Weise das Gas bereitete. Man erhält hierbei im Anfange fast ganz reines Phosphorwasserstoffgas; nur gegen das Ende der Operation, wenn die Retorte zu heiß geworden ist, entwickelt sich zugleich eine bedeutende Menge von reinem Wasserstoffgase \*) und daher entzündet sich zuletzt das Gas nicht mehr von selbst bei Berührung mit atmosphärischer Luft. Bei vielen von meinen

\*) Auf die Entstehung des Wasserstoffgases hiebei werde ich in der Folge zurückkommen.

Versuchen war die Gegenwart des freien Wasserstoffgases nicht störend; bei andern, wo sie es seyn konnte, wurde daher die Retorte nicht so lange erhitzt, daß sich eine bedeutende Menge von Wasserstoffgas bilden konnte. — In letzterem Falle bestand der Rückstand der Retorte aus freiem Kalk, phosphorsaurem und unterphosphorichtsaurem Kalke; wurde die Retorte zu stark erwärmt, so wurde dieser durch die Hitze zersetzt, und dann war im Rückstande nur reiner und phosphoraurer Kalk.

Es bilden sich dieselben Produkte, wenn Kalkmilch mit Phosphor gekocht wird, und ähnliche, wenn caustische Kalilauge angewandt wird. Hierbei kann durch zu starke Erhitzung das unterphosphorichtsaure Salz nicht zersetzt und daher kein Wasserstoffgas erzeugt werden, daher entzündet sich jede Blase des auf diese Weise bereiteten Gases. Nur wenn sich mit dem entweichenden Gase heisse Wasserdämpfe mengen, so hört das Selbstentzünden bei Berührung mit Luft auf und es leuchtet nur mit einem grünen Scheine, wie Phosphordämpfe allein. So wie man aber das Gas durch kaltes Wasser leitet, entzündet sich jede Blase wieder von selbst.

Gay - Lussac hat schon darauf aufmerksam gemacht \*), daß das Phosphorwasserstoffgas sich in der Hitze zerlegt. Leitet man einen Strom dieses Gases durch eine Glasröhre, die durch eine Spirituslampe bis zum Glühen erhitzt worden, so setzt sich nicht weit von der glühenden Stelle Phosphor ab. Indessen eine schwächere Hitze, die ich zu den meisten von

\*) Annales de Chimie et de Physique III. pag. 138.

meinen Versuchen gebrauchte, bewirkt keine Zersetzung des Gases.

Ich habe einige Versuche gemacht, um zu sehen, ob bei einer starken Kälte das Phosphorwasserstoffgas aufhört, in Berührung mit atmosphärischer Luft, sich von selbst zu entzünden. Während der grossen Kälte, die im Januar 1823 in Berlin herrschte, leitete ich im Freien, als die Temperatur  $-15^{\circ}$  C. war, Phosphorwasserstoffgas durch eine sehr dünne Glasröhre von 8 Fufs, die auf einer Länge von 7 Fufs mit einer Frostmischung umgeben war, in welcher hineingebrachtes Quecksilber sehr bald erstarrte. Die Selbstentzündung erfolgte aber wie bei höherer Temperatur. Es fand hierbei durchaus auch keine Condensation des Gases Statt. Dafs es auch nicht durch starken Druck condensirt werden könne, wissen wir durch die Untersuchungen von Faraday \*).

#### Zusammensetzung des Phosphorwasserstoffgases:

Um die Zusammensetzung des Phosphorwasserstoffgases zu finden, leitete ich es in einem passenden Apparate über eine gewogene Quantität von Kupferoxyd, die schwach erhitzt wurde. Es geschah eine Zersetzung; es bildete sich Phosphorkupfer und Wasser, aber zugleich auch eine nicht unbedeutende Menge von Phosphorsäure, die sich zum Theil mit dem Phosphorkupfer mengte, zum Theil auch mit den Dämpfen des gebildeten Wassers fortgerissen wurde. Es war daher nicht gut möglich, ein Resultat aus diesem Versuche zu ziehen.

\*) Annales de Chimie et de Physique XXIV pag. 414.

Der Erfolg war beinahe derselbe, als ich Kupferoxydul (reinstes gepulvertes krySTALLISIRTES Rothkupfererz) statt des Kupferoxydes anwandte. Die Menge der Phosphorsäure, die sich bildete, war nur geringer als die im vorigen Versuche.

Statt der Metalloxyde wandte ich mit besserem Erfolg Chlor- und Schwefelmetalle an. Die Verbindungen des Chlors mit den eigentlichen Metallen werden alle durch Phosphorwasserstoffgas zersetzt; es bildet sich Chlorwasserstoffgas, aber nur wenige Metalle bilden Verbindungen mit Phosphor. Ich erhielt daher in den meisten Fällen regulinisches Metall und Phosphor. Vorzüglich sind es nur Kupfer, Nickel, Kobalt und Eisen, die mit Phosphor Verbindungen eingehen, die durch die Hitze nicht zerlegt werden. Ausführlicher werde ich später hiervon reden. — Es findet indessen durch Phosphorwasserstoffgas keine Zersetzung bei Verbindungen des Chlors mit den Metallen der Alkalien und Erdarten Statt, selbst wenn diese so stark erhitzt werden, daß das Glas anfängt sich zu erweichen. Ich erhielt wenigstens keine Zersetzung als ich Chlorkalium, Chlorbarium und Chlorcalcium mit Phosphorwasserstoffgas behandelte.

Auf ähnliche Weise wie die Chlormetalle werden auch die Schwefelmetalle durch das Phosphorwasserstoffgas, nur weit langsamer als jene, zersetzt.

1) Ich behandelte 2,551 Grm. Chlorkupfer im Maximum, das keine Spur von Wasser mehr enthielt, mit Phosphorwasserstoffgas in einem passenden Apparate. Das Chlorkupfer wurde nur so stark erhitzt, daß das Gas nicht zersetzt werden und kein Chlor aus dem Chlorkupfer entweichen konnte. Das gebildete Chlor-

wasserstoffgas wurde in caustisches Ammoniak geleitet, das auf dem Boden eines hohen Glascyinders war, dessen Wände sorgfältig mit Ammoniak benetzt wurden. Der Cylinder war mit einer Glasplatte bedeckt, die durchbohrt war, und durch deren Oeffnung die Glasröhre ging, die das Chlorwasserstoffgas in das Ammoniak leitete. Auf diese Weise konnte ich verhindern, daß Salmiaknebel entwichen, zumal da ich das Phosphorwasserstoffgas nur langsam strömen liefs. Die Zersetzung zeigte sich sogleich; die Operation wurde so lange fortgesetzt, bis daß keine Salmiaknebel mehr entstanden, wozu 3 Stunden erfordert wurden. Das erhaltene Phosphorkupfer wog 1,598 Grm. Da nun 2,551 Gr. Chlorkupfer im Max. 1,204 Gr. Kupfer enthalten, so bestand das erhaltene Phosphorkupfer aus

75,34	Kupfer
24,66	Phosphor
<hr/>	
100,00	

Nimmt man an, daß in diesem Phosphorkupfer 2 Atome Phosphor mit 3 Atomen Kupfer verbunden sind, so würde es zusammengesetzt seyn aus

75,16	Kupfer
24,84	Phosphor
<hr/>	
100,00	

3 Atome Kupfer sind aber im Chlorkupfer im Max. mit 12 Atomen Chlor verbunden \*) die mit eben

\*) In meinen früheren Abhandlungen nahm ich an, daß die Verbindungen des Chlors mit den Metallen eben so viele Atome Chlor enthalten, als Atome Sauerstoff und Schwefel in den entsprechenden Oxyden und Schwefelmetallen vorhanden sind. Da aber in der Chlorwasserstoffsäure 1 Atom Chlor offenbar nur



so vielen Atomen Wasserstoff Chlorwasserstoff bilden. Hat sich nun bei diesem Versuche der Wasserstoff des Phosphorwasserstoffgases mit dem Chlor verbunden und der Phosphor mit dem Kupfer, so besteht das Phosphorwasserstoffgas aus 6 Atomen Wasserstoff und einem Atom Phosphor oder in hundert aus

91,32	Phosphor
8,68	Wasserstoff
<hr/>	
100,00	

Die ammoniakalische Flüssigkeit, die zur Absorption des Chlorwasserstoffgases gedient hatte, wurde mit Salpetersäure sauer gemacht und durch salpetersaures Silberoxyd gefällt. Ich erhielt 5,361 Gr. geschmolzenes Chlor Silber, die 1,3225 Gr. Chlor enthalten. Das angewandte Chlorkupfer enthielt 1,347 Grm. Chlor. Man sieht daraus, daß in dem erhaltenen Phosphorkupfer kein Chlor mehr enthalten seyn konnte, denn der Unterschied beider Zahlen rührt vorzüglich davon her, daß das Chlor Silber in einer Flüssigkeit, die salpetersaures Ammoniak enthält, nicht ganz unauflöslich ist.

Zur vollkommenen Sicherheit analysirte ich das erhaltene Phosphorkupfer. 0,765 Gr. davon wurden in Salpetersäure aufgelöst, die Auflösung mit Wasser verdünnt, und ein Strom von Schwefelwasserstoffgas hineingeleitet. Das erhaltene Schwefelkupfer wurde noch naß mit Salpetersäure so lange digerirt, bis der abgeschiedene Schwefel vollkommen gelb war. Die Auflösung wurde mit Schwefelsäure versetzt und so lange

mit einem Atome Wasserstoff verbunden ist; im Wasser und im Schwefelwasserstoff hingegen 1 Atom Sauerstoff und 1 Atom Schwefel mit 2 Atomen Wasserstoff, so entsprechen 2 Atome Chlor einem Atome Sauerstoff und einem Atome Schwefel.

abgedampft, bis alle Salpetersäure verjagt worden war, darauf aus ihr das Kupferoxyd warm durch caustisches Kali gefällt. Diese Vorsicht ist nöthig, weil das Kupferoxyd nicht vollkommen durch Kali aus einer Flüssigkeit gefällt werden kann, die Salpetersäure enthält. Ich erhielt 0,789 Gr. Kupferoxyd, die 0,63 Gr. Kupfer enthalten. Nach dieser Analyse bestand das Phosphorkupfer aus

74,89	Kupfer
25,11	Phosphor
<hr/>	
100,00	

Der einzige Einwurf, der sich gegen die aus diesem Versuche gefolgerte Zusammensetzung des Phosphorwasserstoffgases machen läßt, ist der, daß das Chlorkupfer durch das Phosphorwasserstoffgas dabei auf die Art zersetzt worden wäre, daß sich nicht Chlorwasserstoffgas allein, sondern Chlorwasserstoffgas und Wasserstoffgas entwickelt hätten. Die Versuche indessen, die ich später anführen werde, werden beweisen, daß dies nicht möglich seyn kann.

Ich habe die Versuche, um die Zusammensetzung des Phosphorwasserstoffgases zu finden, hinlänglich wiederholt, und stets dieselben Resultate erhalten. Ich werde die Resultate dieser Versuche hier kurz anführen.

2) 1,362 Gr. Chlorkupfer im Maximum geben mit Phosphorwasserstoffgas auf dieselbe Weise behandelt, wie ich es so eben beschrieben habe, 0,868 Gr. Phosphorkupfer. Hiernach wäre die Zusammensetzung desselben:

74,08	Kupfer
25,92	Phosphor
<hr/>	
100,00	

Das Resultat dieses Versuches weicht deshalb mehr als das des ersten von der Wahrheit ab, weil das angewandte Chlorkupfer nicht vollkommen von allem Wasser befreit worden war.

3) Es wurde auf die beschriebene Weise Chlorkupfer im Minimum mit Phosphorwasserstoffgas behandelt. Das Chlorkupfer im Minimum hatte ich aus dem Chlorkupfer im Maximum auf die Weise bereitet, daß ich eine gewogene Quantität des letztern im trockenen Zustande in einem kleinen gewogenen Kolben von schwer schmelzbarem Glase, dessen Hals in eine feine Spitze ausgezogen wurde und der in Sand in einen heftigen Tiegel gestellt worden war, so stark erhitze, als es das Glas ertragen konnte. Wenn die Entwicklung von Chlor aufgehört zu haben schien, wurde die Spitze zugeschmolzen und der Kolben nach dem Erkalten gewogen. Fand es sich nun durchs Gewicht, daß sich noch nicht die Hälfte vom Chlor des angewandten Chlorkupfers im Maximum verflüchtigt hatte, so wurde die Operation wiederholt. Auf diese Weise erhielt ich ein sehr reines Chlorkupfer im Minimum. Eine Quantität davon wurde beim Ausschluss der Luft abgewogen und der Einwirkung des Phosphorwasserstoffgases unterworfen. 1,982 Gr. gaben 1,457 Gr. Phosphorkupfer. Aber da 1,982 Gr. Chlorkupfer im Minimum 1,271 Gr. Kupfer enthalten, so war das erhaltene Phosphorkupfer zusammengesetzt aus

87,23	Kupfer
12,74	Phosphor
<hr/>	
100,00	

Nimmt man an, daß in diesem Phosphorkupfer ein Atom Phosphor mit 3 Atomen Kupfer verbunden seyn muß, so wäre es zusammengesetzt aus

85,82	Kupfer
<u>14,18</u>	Phosphor
100,00	

Das gefundene Resultat weicht von dem berechneten in diesem Versuche mehr ab, als im ersten Versuche. Der Grund davon ist der, daß bei diesem Versuche das angewandte Phosphorwasserstoffgas Wasserstoffgas enthielt, das eine kleine Quantität von Chlorkupfer in metallisches Kupfer verwandelte. Bei der Bestimmung des erhaltenen Chlorwasserstoffs fand ich, daß das erhaltene Chlorfilber eben so viel Chlor enthielt, als das angewandte Chlorkupfer. Das Resultat dieses Versuches kann daher wohl zur Bestätigung der gefundenen Zusammensetzung des Phosphorwasserstoffgases dienen.

4) Um jeden Irrthum zu vermeiden, den die kleine Quantität des Wasserstoffgases im Phosphorwasserstoffgase hervorbringen konnte, behandelte ich Schwefelkupfer mit Phosphorwasserstoffgas. Da Schwefelkupfer vom Wasserstoffgas nicht angegriffen wird \*), so konnte ein genaueres Resultat erhalten werden, als beim Chlorkupfer. Das angewandte Schwefelkupfer war durch zweimaliges Glühen von Kupferspänen mit Schwefel bereitet worden. Indessen da alle auf gewöhnliche Weise bereiteten Schwefelmetalle einen sehr kleinen Ueberschuß von Schwefel enthalten, der selbst durch das stärkste Glühen nicht verjagt werden kann, so erhitze ich erst das Schwefelkupfer in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas, in welcher schon durch schwaches Glühen der Ueberschuß von Schwefel fortgetrieben wurde. 1,136 Gr. auf diese Weise ge-

\*) Poggendorffs Annalen, Band IV. pag. 109.

reinigtes Schwefelkupfer in Stücken von der Form der angewandten Kupferspäne, der Behandlung mit Phosphorwasserstoffgas unterworfen, zersetzten sich weit langsamer, als das Chlorkupfer. Das entweichende Gas wurde in eine Kupfervitriolanflösung geleitet, und die Operation so lange fortgesetzt, bis sich in der Auflösung kein Schwefelkupfer mehr erzeugte. Ich erhielt 1,046 Gr. Phosphorkupfer, das die Form der Stücke des Schwefelkupfers behalten hatte. Da nun 1,136 Gr. Schwefelkupfer 0,906 Gr. Kupfer enthalten, so bestand das erhaltene Phosphorkupfer aus

86,61	Kupfer
13,39	Phosphor
<hr/>	
100,00	

Man sieht, daß dieses Resultat besser dem berechneten entspricht, als das des Versuches mit Chlorkupfer im Minimum.

5) Es wurde Schwefelnickel der Einwirkung des Phosphorwasserstoffgases unterworfen. Das Schwefelnickel war durch Zusammenschmelzen von Nickelschwamm mit Schwefel bereitet worden, wobei eine heftige Feuererscheinung Statt findet, der Ueberschuß von Schwefel abgetrieben wird und ein in kleinen Kugeln geschmolzenes Schwefelnickel zurück bleibt, das die gelbe Farbe des Haarkiefes hat und wie dieses dem Magnete nicht folgt. Der Nickelschwamm war frei von Arsenik und aus oxalsaurem Nickeloxyd-Ammoniak bereitet worden. 1,3555 Gr. Schwefelnickel mit Phosphorwasserstoffgas behandelt, wurden langsam zerlegt, so daß die Operation 5 bis 6 Stunden dauerte. Ich erhielt 1,2125 Gr. Phosphornickel. Da nun im

angewandten Schwefelnickel 0,878 Gr. Nickel enthalten waren, so enthielt das Phosphornickel in hundert

72,41	Nickel
27,59	Phosphor
<hr/>	
100,00	

Eine Verbindung aus 2 Atomen Nickel mit 3 Atomen Phosphor aber besteht aus

73,87	Nickel
26,13	Phosphor
<hr/>	
100,00	

Der Unterschied des gefundenen Resultats vom berechneten muß unstreitig daher rühren, daß das erhaltene Schwefelnickel einen kleinen Ueberschuß an Schwefel enthielt.

6) Chlornickel auf gleiche Weise mit Phosphorwasserstoffgas behandelt, zersetzt sich sehr leicht. Es entwickelte sich beim Versuche zugleich etwas Wasser, das angewandte Chlornickel enthielt also, obgleich ich es mit Sorgfalt getrocknet zu haben glaubte, noch etwas Feuchtigkeit. Das gefundene Resultat war daher unrichtig, und wich sehr von dem berechneten ab. Ich erhielt aus 1,087 Gr. Chlornickel 0,638 Phosphornickel.

7) Ich behandelte krySTALLisirten gepulverten Schwefelkies mit Phosphorwasserstoffgas. Die Hitze war besonders im Anfange so schwach, daß sich kein Schwefel entwickeln konnte. Die Zersetzung geschah zwar im Anfange sehr stark; es dauerte indessen sehr lange, bis sie beendet war und sich kein Schwefelwasserstoffgas mehr entwickelte. Ich erhielt aus

1,089 Gr. Schwefelkies 0,907 Gr. Phosphoreisen. Da  
1,089 Gr. Schwefelkies 49,81 Gr. Eisen enthalten, so  
war das erhaltene Phosphoreisen zusammengesetzt  
aus:

54,92	Eisen
45,08	Phosphor
<hr/>	
100,00	

0,484 Gr. davon wurden in Königswasser aufgelöst, die Auflösung mit Ammoniak gesättigt, und das Eisenoxyd mit geschwefelwasserstofftem Ammoniak niedergeschlagen. Das erhaltene Schwefeleisen wurde mit Königswasser behandelt, und das Eisenoxyd mit Ammoniak niedergeschlagen. Ich erhielt 0,397 Gr. Eisenoxyd. Nach dieser Analyse bestand also das Phosphoreisen aus:

56,87	Eisen
43,13	Phosphor
<hr/>	
100,00	

Da der Schwefelkies 4 Atome Schwefel gegen 1 Atom Eisen enthält, so muß bei der Behandlung mit Phosphorwasserstoffgas, wenn dieses so zusammengesetzt ist, wie ich oben angegeben habe, ein Phosphoreisen entstehen, das 4 Atome Phosphor gegen 3 Atome Eisen enthält. Ein solches ist aber in hundert zusammengesetzt aus:

56,47	Eisen
43,53	Phosphor
<hr/>	
100,00	

Man sieht aus allen diesen Versuchen, daß die oben angeführte Zusammensetzung des sich von selbst entzündenden Phosphorwasserstoffgases, wie ich sie aus dem ersten Versuche gefolgert habe, bestätigen.

(Fortsetzung folgt.)



## VI.

*Chemische Untersuchung eines Lithion-Glimmers  
von Zinnwalde in Boehmen;*

von

C. G. GMELIN.

Kein Fossil verdient wohl in höherem Grade eine durchgreifende Untersuchung, als der in den Urgirgs-Formationen so allgemein verbreitete Glimmer. Wenn wir schon durch die Untersuchungen von Klaproth und Vauquelin, und besonders durch die von H. Rose in unserer Kenntniß von der Natur dieser Gattung um vieles näher gekommen sind, so bleibt doch noch sehr vieles zu thun übrig, und es werfen sich mehrere Fragen auf, welche für jetzt schwer zu beantworten seyn dürften.

Eine besondere Abtheilung der Gattung des Glimmers, welche durch die optischen Untersuchungen von Biot und Brewster begründet wurde, bestätigte sich als solche auch durch die Untersuchungen von Klaproth, Vauquelin und Rose von der chemischen Seite aus; die einaxigen Glimmer nämlich unterscheiden sich von den zweiaxigen durch einen beträchtlichen Gehalt an Bittererde, welcher den letzteren fehlt. Eine weitere Abtheilung ergab sich aus dem Lithion-Gehalt einiger Glimmerarten, namentlich des Lepidoliths und einiger bei Chursdorf in Sachsen vorkommenden Glimmer. Diese letzteren, welche durch ihre leichte Schmelzbarkeit und durch

die Purpurfarbe, welche sie der Flamme der Oellampe, in der sie geschmolzen werden, ertheilen, von den übrigen Glimmerarten so leicht unterschieden werden können, scheinen sich von denselben auch noch in anderen Beziehungen auf eine merkwürdige Weise zu unterscheiden. So fand Herr Brewster \*), welcher auf unsere Bitte die optische Structur des Lithion-Glimmers von Chursdorf untersuchte, daß die einzelnen Blättchen desselben aus Kry stallen mit Einer Axe verbunden mit zweiaxigen Kry stallen zusammengesetzt sind, ohne irgend eine sichtbare Fuge oder Zusammensetzungsfläche. Dieser Umstand ließe vermuthen, daß die einaxigen Portionen, wenn man sie von den zweiaxigen getrennt untersuchte, eine Zusammensetzung zeigen würden, welche von der der letzteren verschieden wäre; man könnte etwa glauben, daß dieser Glimmer aus Kali - Glimmer und Lithion - Glimmer - Portionen zusammengesetzt wäre. Diese bestimmte Vermuthung wird jedoch aus dem Grunde ganz unwahrscheinlich, weil *alle* Portionen dieses Glimmers, selbst die feinsten Splitter, vor dem Löthrohr sich auf dieselbe Weise zu verhalten scheinen. Wäre derselbe aus Kali - Glimmer - und Lithion - Glimmer - Theilen zusammengesetzt, so würden wahrscheinlich die Kali - Glimmer - Theilchen sich unschmelzbar oder wenig schmelzbar erweisen und auch der Flamme keine Purpurfarbe mittheilen. — Auch noch in anderer Hinsicht unterscheiden sich diese Lithion - Glimmer von denen, welche kein Lithion enthalten: nämlich durch eine weit beträchtlichere Menge von Flußsäure.

\*) Edinburgh Journal of Science, No. IV. p. 206.

Nachdem wir den Glimmer von Chursdorf als Lithion-Glimmer erkannt hatten, untersuchten wir in dieser Beziehung andere Glimmer, welche uns zu Gebote standen, vor dem Löthrohr, ohne jedoch einen zu finden, der die charakteristischen Eigenschaften der Lithion-Glimmer besessen hätte. Später erhielten wir einen Glimmer von Zinnwald, den wir sogleich als einen Lithion-Glimmer erkannten, und während wir mit der Analyse desselben beschäftigt waren, kam uns das 5te Heft des Edinburgh Journal of Science zu Gesicht, in welchem noch mehrere andere hieher Bezug habende Thatfachen aufgezeichnet sind. Dr. Turner hatte bereits gefunden, daß sowohl die Glimmer von Zinnwald, als die von Altenberg vor dem Löthrohr die Reactionen des Lithion-Glimmers zeigen, und Hr. Haidinger hatte in der Sammlung des Hrn. Allan mehrere solche von Cornwall gefunden; auf dieselbe Weise verhielt sich ferner ein dem Lithion-Glimmer von Chursdorf vollkommen ähnlicher von den Ural'schen Gebirgen. Nach einer interessanten Bemerkung des Herrn Haidinger scheint es, daß die meisten Lithion-Glimmer mit Topas und anderen Mineralien, welche gewöhnlich die Zinnerze begleiten, vorkommen. So kommt der Lepidolith von Mähren und der rosenrothe Glimmer von Chursdorf mit Topas und Apatit vor; der dunkelgraue Glimmer von Zinnwald mit Pyenit; der cornische von St. Michael's-Mount mit Topas und Zinnstein; ein anderer cornischer von Carclaze von graulichweißer Farbe enthält körnige Massen und kleine Krystalle von weißem Topas. Auf der andern Seite muß jedoch bemerkt werden, daß weder bei Brodbo noch bei Finbo Li-

thion-Glimmer sich finden, ungeachtet die dort vorkommenden Glimmer Topas und selbst Zinnstein zu Begleitern haben, während dagegen die leicht schmelzbaren Glimmer in den Dolomiten des St. Gotthard's, die höchst wahrscheinlich Lithion-Glimmer sind, nicht in Verbindung mit solchen Fossilien vorkommen \*).

Die Farbe des von uns untersuchten Glimmers von Zinnwald ist gelblich-grau. Er ist in vollkommenen sechsseitigen Tafeln krySTALLISIRT, welche Drusen bilden. KrySTALLE von gelblich-weißem wolframsauren Kalk zeigen sich auf ihm da und dort aufgewachsen.

Sein specifisches Gewicht wurde = 3,000 bei + 11° R. gefunden; es wurde mittelst eines mit einem aufgeschliffenen Glasdeckel versehenen, cylindrischen Gläschens bestimmt. Nachdem der Stein in dem Gläschen gewogen und mit Wasser übergossen worden war, wurde das Gläschen unter den Recipienten der Luftpumpe gebracht, um alle anhängende Luftbläschen zu entfernen, hierauf das Gläschen ganz mit Wasser gefüllt, mit dem Deckel bedeckt und gewogen u. s. w.

Für sich schmilzt er vor dem Löthrohr außerordentlich leicht unter Aufschäumen, und indem er die Flamme purpurroth färbt, zu einer dunkelbraunen

\*) Wir haben bis jetzt bloß Gelegenheit gehabt, zwei Glimmer, welche in diesen Dolomiten vorkommen, einen weingelben und einen silberfarbenen, vor dem Löthrohr zu prüfen; beide befaßen die Charaktere der Lithion-Glimmer nicht und waren in hohem Grade unschmelzbar.

Kugel: Dünne Splitter schmelzen; sogar in der nicht angeblasenen Flamme.

Mit Phosphorsalz schmilzt er leicht zu einer Perle, welche, so lange sie heiss ist, eine gelbe Farbe hat, beim Erkalten aber farblos wird. Es bleibt ein Kiesel-Skelet ungelöst. In der oxydirenden Flamme zeigt sich jedoch eine merkbare Mangan-Reaction, die durch Salpeter viel stärker hervorgerufen wird. Durch einen grösseren Zusatz der Probe wird die Masse schwerflüssig.

Mit Borax schmilzt er unter Aufblähen zu einem gelben Glas, in welchem durch Salpeter die Mangan-Reaction gleichfalls sichtbar wird.

Mit Soda schmilzt er zu einer bräunlich-gelben Masse. Auf Platinblech ist die Mangan-Reaction sehr ausgezeichnet.

Durch Boraxsäure und Eisen wird kein Phosphoreisen-regulus erhalten.

Im Kolben erhitzt giebt er Spuren von Feuchtigkeit.

#### 4. Analyse durch kohlenfauren Baryt.

a) 2,615 Gramme des mit der Scheere zerschmitteten Glimmers wurden mit dem Fünffachen ihres Gewichts von kohlenfaurem Baryt gemengt und geglüht. Es wurde eine wenig zusammengebackene grüne Masse erhalten, welche sich in Salzsäure unter starker Chlor-Entwicklung auflöste. Die auf die gewöhnliche Weise ausgeschiedene Kieselerde wog geglüht 1,209 Gr. = 46,253 pr. C.

b) Die Flüssigkeit wurde nun mit Schwefelsäure versetzt und der schwefelsaure Baryt durchs Filtrum

entfernt. Nachdem sie abgedampft worden war, um einen grossen Theil der freien Säure zu verjagen, wurde sie durch caustisches Ammoniak gefällt, der entstandene braune Niederschlag auf einem Filtrum ausgewaschen, die Flüssigkeit selbst zur Trockenheit abgedampft und der Rückstand geglüht. Das geschmolzene Salz wog 0,589 Gr. Es wurde in Wasser gelöst und durch salzsaures Platinoxid präcipitirt, die von dem Niederschlag abfiltrirte Flüssigkeit abgedampft, der Rückstand geglüht, wieder in Wasser gelöst, um das metallische Platin zu entfernen, abgedampft und geglüht. So wurden 0,352 Gr. schwefelsaures Lithion erhalten = 0,110 Gr. Lithion = 4,206 pr. C. Für das schwefelsaure Kali bleiben mithin 0,237 Gr. = 0,12815 Gr. Kali = 4,900 pr. C. Das schwefelsaure Lithion wurde durch essigsaures Blei in kohlensaures verwandelt und das kohlen saure Salz zur KrySTALLISATION der freiwilligen Verdunstung überlassen; es bildeten sich aber keine KrySTALLE von kohlen saurem Natron, und die Flüssigkeit lieferte, zwei ganz kleine KrySTALLE von doppeltkohlen saurem Kali abgerechnet, welche sich als solche durch ihre Unveränderlichkeit an der Luft erwiesen, bis ans Ende kohlen saures Lithion.

c) Der durch Ammoniak bewirkte braune Niederschlag (in *b*) wurde in Salzsäure gelöst und mit einem Ueberschuss von caustischer Kalilösung gekocht. Die aus der alkalischen Flüssigkeit niedergeschlagene Alaunerde wog geglüht 0,3698 Gr. = 14,141 pr. C. Alaunerde.

d) Die von der Kalilauge zurückgelassene braune Masse wurde in Salzsäure gelöst, und aus dieser Auflösung durch bernstein saures Ammoniak das Eisen

präcipitirt. Es wurden 0,47 Gr. Eisenoxyd erhalten = 17,973 pr. C.

e) Die Flüssigkeit wurde jetzt mit Hydrothion-Ammoniak veretzt, der entstandene Niederschlag in Salzsäure gelöst und das Manganoxyd durch kohlen- saures Kali kochend gefällt. Es wurden 0,1196 Gr. Manganoxyd erhalten = 4,575 pr. C. In der durch Hydrothion - Ammoniak präcipitirten Flüssigkeit brachte, nachdem der Ueberschuß des Hydrothion-Ammoniaks verjagt worden war, kohlen- saures Kali, welches damit gekocht wurde, keinen Niederschlag mehr hervor; ein Beweis der Abwesenheit der Bittererde.

Diesem nach besteht dieser Glimmer in 100 Theilen aus:

Kieselerde	.	.	46,233
Alaunerde	.	.	14,141
Eisenoxyd	.	.	17,973
Manganoxyd	.	.	4,573
Kali	.	.	4,900
Lithion	.	.	4,206
			<hr/>
			92,026

B. Analyse durch kohlen- saures Natron, mit besonderer Berücksichtigung des Flußsäure - Gehalts.

a) 3,085 Gramme des mit der Scheere in kleine Stücke zer schnittenen Glimmers wurden mit dem vier- fachen ihres Gewichts von basisch kohlen- saurem Natron gemengt und eine Stunde lang einer heftigen Rothglühhitze ausgesetzt. Es wurde eine grüne zu- sammengeschmolzene Masse erhalten, an welcher da und dort ziegelrothe Punkte sichtbar waren. Wasser, durch welches dieselbe aufgeweicht wurde, färbte sich

sattgrün und es blieb ein brauner Bodensatz ungelöst. Man ließ die grüne Flüssigkeit in einem bedeckten Glase so lange stehen, bis sie sich gänzlich entfärbt hatte, filtrirte sie hierauf und langte die braune Masse auf dem Filtrum mit kochendem Wasser aus. Da jedoch auf diese Weise eine völlige Auslaugung kaum erreicht werden zu können schien, so wurde zuletzt der Rückstand auf dem Filtrum mit kalter verdünnter Salzsäure übergossen, welche denselben mit Zurücklassung von etwas gallerartiger Kieselederde auflöste. Man wusch diese letztere längere Zeit mit kaltem, salzsäurehaltigem Wasser, zuletzt mit kochendem Wasser aus. Die salzsäure Auflösung wurde nun durch die zuerst erhaltene alkalische Flüssigkeit praecipitirt und der Niederschlag, nachdem die darüber stehende Flüssigkeit zuvor zum Sieden gebracht und nachher mit einer Auflösung von kohlensaurem Ammoniak digerirt worden war, auf demselben Filtrum ausgelaugt. Die alkalische Flüssigkeit wurde nun mit Salzsäure übersättigt, 24 Stunden lang in einer flachen Schale auf einem warmen Ofen stehen gelassen, um die Kohlenensäure auszutreiben, hierauf in einem luftdicht zu verschließenden Glase durch salzsauren Kalk und einen Ueberschuß von caustischem Ammoniak niedergeschlagen. Der mit der nöthigen Vorsicht gesammelte flusssäure Kalk wog gegläut  $0,4248 \text{ Gr.} = 3,761 \text{ p. C.}$  Flusssäure. Bei einer näheren Untersuchung dieses flusssäuren Kalks konnte keine Spur von Phosphorsäure entdeckt werden. Als nach Entfernung des flusssäuren Kalks die Flüssigkeit mit Salzsäure übersättigt und abgedampft wurde, blieb beim Wiederauflösen in Wasser keine Kieselederde zurück.

b) Der von der alkalischen Flüssigkeit (in a) durchs



Filtrum getrennte Niederschlag wurde mit warmer verdünnter Salzsäure ausgelaugt, wobei ein Theil der Kieseelerde zurückblieb. Die salzsaure Auflösung wurde zur Trockenheit eingedampft und die ausgeschiedene Kieseelerde auf dasselbe Filtrum gebracht; sie wog gegläut 1,422 Gr. = 46,094 p. Ct.

c) Die Flüssigkeit wurde nun durch caustisches Ammoniak praecipitirt und der entstandene Niederschlag mittelst Kalilösung, bernsteinsäuren Ammoniaks u. s. f. in 22,191 p. Ct. Alaunerde und 13,841 p. Ct. Eisenoxyd zerlegt; zugleich liefs sich noch etwas Mangan anscheiden.

d) Die ammoniakalische Flüssigkeit (in c) wurde abgedampft und das (in c) ausgeschiedene Manganoxyd, in Salzsäure aufgelöst, zu derselben hinzugefügt und die Flüssigkeit nun durch Hydrothion-Ammoniak praecipitirt. Das aus dem Schwefel-Mangan durch Behandlung mit Salzsäure und basisch kohlenfaurem Kali ausgeschiedene kohlenfaure Manganoxydul gab 2,109 p. Ct. Manganoxyd.

Die Analyse mit kohlenfaurem Natron gab daher folgendes Resultat:

Kieseelerde	.	.	46,094	
Alaunerde	.	.	22,191	
Eisenoxyd	.	.	13,841	
Manganoxyd	.	.	2,109	
Flusssäure	.	.	3,761	
Kali	.	.	4,900	} nach A.
Lithion	.	.	4,206	
<hr/>				
97,102				

Legt man dagegen die Analyse A mit kohlenfaurem Baryt zu Grunde, so erhält man:

Kieselerde	.	.	46,233
Alaunerde	.	.	14,141
Eisenoxyd	.	.	17,973
Manganoxyd	.	.	4,573
Kali	.	.	4,900
Lithion	.	.	4,206
Flußsäure	.	.	3,761
			<hr/>
			95,787

Bei der Vergleichung dieser beiden Resultate ergibt sich eine beträchtliche Verschiedenheit in der relativen Menge der Alaunerde und des Eisenoxyds, ungeachtet der analysirte Glimmer von einer und derselben Krystalldruse genommen worden war. In beiden Fällen wurde die Alaunerde von dem Eisenoxyd durch einen Ueberschuß von caustischem Kali getrennt, so daß die alkalische Flüssigkeit durch Zusatz von etwas Salzsäure zwar getrübt wurde, die Trübung aber durch Umrühren wieder verschwand. Auch löste sich das Eisenoxyd bei A und B durch mäßige Digestion in Salzsäure vollkommen auf. Da Eisenoxyd und Alaunerde isomorph sind, so läßt es sich wohl einsehen, wie beide einander wechselseitig vertreten können; auffallend bleibt es aber auf jeden Fall, daß unmittelbar zusammengewachsene Krytalle solche Verschiedenheiten zeigen. Ein ähnliches Verhalten hat übrigens Herr Bredberg bei Granaten von Sala wahrgenommen, welche dem Aussehen und dem Verhalten vor dem Löthrohr nach einander vollkommen gleichen, dort fand sich noch überdies Bittererde durch den mit ihr isomorphen Kalk vertreten. — Es muß jedoch bemerkt werden, daß der Sauerstoff der Alaunerde sammt dem des Eisenoxyds bei B größer ist als bei A.

## C. Bestimmung des Wassergehalts.

2,167 Gramme Glimmer wurden in einem Platintiegel eine Stunde lang einer sehr heftigen Hitze ausgesetzt. Es wurde eine graulichschwarze geschmolzene Masse erhalten, und der Gewichtsverlust betrug 0,831 p. Ct. Dieses entspricht daher bei weitem nicht der ganzen Menge der Flusssäure; und wenn die Flusssäure wirklich durchs Glühen ausgetrieben würde, so würde sie als Kieselflusssäure entweichen, und der Gewichtsverlust müßte daher das Gewicht der wirklich in dem Glimmer enthaltenen Flusssäure um vieles übersteigen. Da noch überdies dieser Glimmer, wenn er für sich im Kolben erhitzt wird, Spuren von Feuchtigkeit von sich giebt, so möchte wohl der erhaltene Gewichtsverlust dem größten Theil nach auf Rechnung von hygroskopischem Wasser geschrieben werden dürfen. Um jedoch völlige Gewissheit darüber zu erhalten, daß die Flusssäure durchs Glühen aus diesem Glimmer *nicht* ausgetrieben wird, wurde der geschmolzene Glimmer mit dem 4fachen seines Gewichts von basisch kohlensaurem Natron bedeckt und von neuem einer sehr heftigen, 2 Stunden lange anhaltenden Glühhitze ausgesetzt. Die Masse wurde in Wasser aufgeweicht und mit kochendem Wasser ausgelaugt. Der nicht aufgelöste Theil löste sich in Salzsäure mit Zurücklassung von etwas gallertartiger Kiesel-erde gänzlich auf; das Glühen mit kohlensaurem Natron hatte mithin eine vollständige Aufschließung bewirkt. Die alkalische Flüssigkeit wurde mit kohlen- saurem Ammoniak digerirt, von dem entstandenen Niederschlag abfiltrirt und mit Salzsäure übersättigt. Statt daß nun aber die Kohlensäure, wie früher, dadurch ausgetrieben wurde, daß man die saure Flüssigkeit in einem flachen Gefäß auf einen lauwarmen Ofen stellte, brachte man diese unter den Recipienten einer Luftpumpe so lange, bis gar keine Gasblasen mehr sich entwickelten, und versuhr nun, um die Quantität der Flusssäure zu bestimmen, auf dieselbe Weise, wie zuvor. Es wurden 0,6766 Gr. gegläuter flusssäurer Kalk erhalten, welche 8,530 p. Ct. Flusssäure entsprechen. Die Menge der Flusssäure war daher bei diesem Versuch mehr als das Doppelte von der bei B erhaltenen. — Wir müssen es übrigens vor der Hand dahin

gestellt seyn lassen, ob die größere Menge Flusssäure, welche in diesem letzteren Versuch erhalten wurde, einzig dem Umstand zuzuschreiben ist, daß zur Austreibung der Kohlenäure statt einer etwas erhöhten Temperatur bloß Aufhebung des Luftdrucks angewandt wurde.

Zufolge den in A und C erhaltenen Resultaten wird die Zusammensetzung dieses Glimmers folgende:

Kieselerde	. . .	46,233
Alaunerde	. . .	14,141
Eisenoxyd	. . .	17,973
Manganoxyd	. . .	4,573
Kali	. . .	4,900
Lithion	. . .	4,206
Flusssäure	. . .	8,530
Wasser	. . .	0,831
		<hr/> 101,387

Wenn man einerseits die Allgemeinheit des Vorkommens der Flusssäure in den Glimmern, andererseits die sehr beträchtliche Menge derselben in den Lithion-Glimmern in Erwägung zieht, so muß man sich überzeugen, daß diese Säure für den Glimmer von einer großen Bedeutung ist, wenn sie auch gleich in manchen Glimmerarten nur in sehr geringer Menge enthalten seyn sollte. Es scheint in dieser Beziehung ein unmerklicher Uebergang vom Glimmer zu dem Talk Statt zu finden, so wie auch in Hinsicht des Bittererdgehalts von dem Talk zu dem Glimmer durch die einaxigen Glimmer ein Uebergang gebildet wird. — Auch in Absicht auf geognostische Verhältnisse zeigen sich Uebergänge vom Glimmer zum Talk; häufig ersetzt in den Urgebirgen Talk den Glimmer, und vom Glimmerschiefer findet oft ein unmerklicher Uebergang zum Talkschiefer Statt, so daß bisweilen nicht einmal die Farbe sich ändert, wenn die eine Gebirgsart in die andere übergeht. — Aus einer vergleichenden und ausgedehnten Untersuchung verschiedener Talke mit solchen Glimmern namentlich, welche unter ähnlichen Verhältnissen vorkommen, würden sich gewiss in mehrfacher Beziehung interessante Resultate ergeben.

## VII.

*Methode, Arsenik von Nickel und Kobalt zu scheiden;*

von

F. WÖHLER.

Die Methoden, deren man sich bis jetzt bedient, um Nickel und Kobalt frei von Arsenik zu erhalten, entsprechen entweder ihrem Zwecke nicht vollkommen, oder sind, wenn sich durch dieselben eine vollständige Scheidung bewirken läßt, sehr beschwerlich und langwierig, wie vorzüglich die mit Schwefelwasserstoffgas. Da sich viele Metallverbindungen durch Schmelzen mit Schwefelleber in Schwefelmetalle verwandeln lassen, und da Schwefelarsenik sowohl auf trockenem als nassem Wege in Schwefelkalium leicht auflöslich ist, so versuchte ich, ob sich diese Eigenschaften vielleicht zur Abscheidung des Arseniks von jenen Metallen benutzen ließen; und ich glaube in der That hierdurch eine vollkommen genaue, sichere, leicht ausführbare und zugleich wenig kostbare Methode gefunden zu haben.

Ich schmolz fein gepulverten Nickel-Speiß\*) mit der dreifachen Menge kohlenlauren Kalis und eben so viel Schwefel in einem bedeckten hessischen Tiegel zusammen. Die erkaltete Masse wurde mit Wasser übergossen, welches Schwefelleber auflöste und ein krystallinisches, messinggelbes Pulver zurückliefs, wel-

\*) Diese Masse schien nichts anderes als geschmolzener Kupfer-nickel zu seyn.

ches Schwefelnickel war und welches wohl angewaschen wurde. Die Schwefelleber-Auflösung liefs, mit Salzläure versetzt, einen dicken gelben Niederschlag von Schwefelarsenik fallen. Um mich von der Abwesenheit des Arseniks in dem so erhaltenen Schwefelnickel zu überzeugen, wurde ungefähr eine Unze davon in Salpetersäure aufgelöst. Der dabei zurückbleibende Schwefel war vollkommen arsenikfrei. Durch die saure Auflösung wurde 24 Stunden lang ein Strom von Schwefelwasserstoffgas geleitet, so dafs sie zuletzt ganz mit diesem Gase gesättigt war. Es war aber dadurch nur ein geringer schwarzbrauner Niederschlag entstanden, welcher hauptsächlich aus Schwefelkupfer bestand. Er wurde mit etwas Salpeter verpufft, die Masse dann mit Wasser behandelt und die Auflösung mit Kalkwasser vermischt, wodurch ein höchst unbedeutender Niederschlag entstand, der nur kohlen-saurer Kalk war. Auch das beim Verpuffen entstandene Kupferoxyd zeigte sich vor dem Löthrohre ganz arsenikfrei. Bei einem anderen Versuche, bei welchem die Hitze zu stark gewesen und dadurch das Schwefelnickel zusammen gebacken war, erhielt ich auf diese Weise aus einer ungefähr gleichen Menge Schwefelnickels kaum 1 Milligramm arseniksauren Kalk, — eine so geringe Menge, dafs sie, wenn sie auch nicht zufällig wäre, doch gewifs kaum in Betracht kommen könnte.

Beim Zusammen-schmelzen des Nickelerzes mit Kali und Schwefel darf man keine so starke Hitze geben, dafs sich das gebildete Schwefelnickel zu einer einigermafsen zusammenhängenden Masse ansammeln kann. In diesem Falle kann es von der arsenikhaltigen Hepar mechanisch eingeschlossen enthalten, die

sich dann nur unsicher durch Wasser ausziehen läßt. Mäßige Rothglühhitze, wodurch das Gemisch eben in Fluß kommt, ist vollkommen hinreichend. Beim Auflösen der Masse im Wasser bleibt dann das Schwefelnickel als ein feines krySTALLINISCHES Pulver zurück. Wenn man diese Operation mit großen Quantitäten auf einmal vornehmen wollte, um z. B. auf diese Weise reines Nickel zur Packfong-Bereitung darzustellen, so kann man dazu gewöhnliche Pottasche nehmen. Das erhaltene Schwefelnickel muß gut ausgewaschen werden, und dabei hat man den großen Vortheil, daß diese nicht etwa auf einem Filtrum zu geschehen braucht, sondern daß es durch bloßes Decantiren und zwar sehr bald ausgewaschen werden kann, weil sich das Metallpulver immer wieder sehr schnell absetzt.

Wenn man sich dieser Methode bei der Darstellung kleinerer Mengen chemisch reinen Nickels oder bei analytischen Arbeiten bedienen will, so kann man, um sicher zu seyn, daß auch die geringste Spur von Arsenik entfernt werde, das erhaltene Schwefelnickel noch einmal mit Kali und Schwefel zusammenschmelzen.

Alles, was ich hier in Bezug auf das Nickel gesagt habe, gilt auch für das Kobalt, nur daß hier die Beobachtung der zuletzt genannten Vorsicht, nämlich das Schwefelmetall noch einmal mit Hepar zu schmelzen, eine unumgängliche Bedingung zu seyn scheint. Denn so oft ich die aus so erhaltenem Schwefelkobalt bereitete Anflösung wie vorher mit Schwefelwasserstoffgas prüfte, erhielt ich immer entweder sogleich ein wenig eines



braungelben Niederschlags aus Schwefelkupfer und Schwefelarsenik bestehend, oder es setzte die Flüssigkeit, in dem Maße, als das Schwefelwasserstoffgas aus ihr verdampfte, etwas Schwefelarsenik ab. Indes war die Menge des zurückgebliebenen Arseniks immer sehr unbedeutend. Aber das zum zweiten Male mit Schwefel und Kali geschmolzene Schwefelkobalt ist vollkommen arsenikfrei. Zu diesen Versuchen wandte ich krySTALLISIRTEN Glanzkobalt von Tunaberg an.

---



## VIII.

*Ueber die Trennung der Titan Säure von der Zirkonerde;*

von

J. J. BERZELIUS \*).

Die Titan Säure gehört zu den Körpern, die sich am schwierigsten aus ihrer Verbindung mit einigen Erdarten abscheiden lassen, und sie hat z. B. mit Zirkonerde so gemeinschaftliche Charaktere, daß bis jetzt keine Methode bekannt ist, um sie quantitativ von dieser zu trennen. Bei der Zerlegung eines Mineralen (des Polymignits, d. Ann. III. 205), welches beide Körper enthielt, habe ich einige Versuche gemacht, die, obgleich sie negativ sind, es dennoch verdienen hier mitgetheilt zu werden. Man giebt gewöhnlich an, daß Zirkonerde in kohlenfauren Alkalien auflöslich sey, ohne Gleiches für die Titan Säure positiv zu behaupten. Ich habe gefunden, daß unter denselben Umständen von beiden ungefähr gleichviel aufgelöst wird. Die Titan salze werden bisweilen nicht vom schwefel fauren Kali gefällt, besonders wenn sie sauer sind; enthalten sie aber Zirkonerde, so wird titansaure Zirkonerde gefällt. Nach dem Glühen sind beide in Säuren unlöslich. Die Zirkonerde kann indeß, nachdem sie zu einem feinen Pulver zerrieben ist, in Schwefelsäure auf-

\*) Entnommen aus dem Jahresbericht des Hrn. Verfassers für 1826.

gelöst werden, wenn man sie mit concentrirter, durch die Hälfte ihres Gewichtes an Wasser verdünnter, Säure übergießt und damit zur Trockne verdunstet, zuletzt bei einer solchen Temperatur, daß der Ueberschuß an Säure verdampft; sie kann dabei nach Verdunstung der Säure ein gelindes Glühen ertragen. Dasselbe ist der Fall mit Titan Säure; beide werden alsdann von Wasser aufgelöst. Zwischen ihnen ist aber der wesentliche Unterschied, daß die Auflösung der Zirkonerde nicht durch Kochen gefällt wird, die Titan-Auflösung hingegen nicht nur durch Verdünnung getrübt, sondern auch bei starker Verdünnung so vollständig durchs Kochen gefällt wird, daß die filtrirte Flüssigkeit keine Spur von einem Titangehalt zeigt, weder mit Ammoniak noch mit Galläpfel-Tinktur. Es scheint demnach, als könnte man sich dieser Eigenschaft zur Scheidung bedienen, besser wie irgend eine andere Ungleichheit zwischen ihnen; wenn man aber die zusammengemischte Auflösung beider auf diese Art behandelt, so wird sie wohl trübe und setzt etwas Titan Säure ab, aber das Meiste bleibt in der Auflösung zurück. Die Auflösung der Titan Säure wird durch Blutlaugensalz gefällt, die der Zirkonerde nicht. Zusammengemischt, wird keine von beiden gefällt, und schon gefälltes Cyan-Titan-Eisen wird zu einer braunen Flüssigkeit von dem Zirkonerdesalze aufgelöst (ich habe mich der schwefelsauren Zirkonerde bei diesem Versuche bedient). Wird die Mischung mit Blutlaugensalz gekocht, so trübt sie sich und es wird unter Entwicklung von Blausäure ein gelber Niederschlag gebildet. Die filtrirte Flüssigkeit enthält weder Zirkonerde noch Titan Säure. Es ist jedoch glaublich, daß in diesem Versuche die Gegenwart der Schwefelsäure und des Kalis zur Fällung der Zirkonerde beiträgt. Um Titan Säure von Eisenoxyd zu trennen, löst man die frisch gefällte Titan Säure in Weinsäure auf und setzt Ammoniak hinzu, wodurch nichts gefällt wird. Hydrothion-Ammoniak schlägt alsdann das Eisen nieder und nach Verdunstung der filtrirten Flüssigkeit und Glühen bleibt die Titan Säure eisenfrei zurück (Vergl. d. Ann. III. 165 u. 208). Da aber ganz dasselbe bei der Zirkonerde Statt findet, so kann diese Methode nicht angewandt werden, um sie von der Titan Säure abzuscheiden.

## IX.

*Versuch zur Beseitigung der vom Herrn Professor  
und Ritter Parrot angegebenen Schwierigkeiten in  
der Theorie der Ebbe und Fluth;*

von

M. MORITZ WILHELM DROBISCH,  
Privatdocenten an der Universität zu Leipzig.

Im sechsten Stück des vorigen Jahrgangs der Annalen hat Hr. Prof. Parrot in Dorpat auf eine schon früher in seinem Grundriss der Physik der Erde und Geologie angezeigte, ihm unüberwindlich scheinende, Schwierigkeit in der Theorie der Ebbe und Fluth aufmerksam gemacht, hierauf mit grosser Bescheidenheit versucht, dieselbe durch eine neue Hypothese zu heben, und endlich Herrn Hofrath Gaußs, als den ersten theoretischen Astronomen Deutschlands, aufgefordert, sein Urtheil und, im Falle der Mißbilligung der neuen Ansicht, Belehrung zu geben. Unter solchen Umständen kann es einem dem grössern gelehrten Publikum so gut als völlig Unbekannten als eine ziemliche Anmaßung ausgelegt werden, wenn er unaufgefordert es versucht, über den fraglichen Gegenstand eine Antwort zu geben. Gegen diesen Verdacht nun wünscht sich der Einsender dieses Aufsatzes im Voraus dadurch zu verwahren, daß er frei bekennt, er halte im vorliegenden Falle Horaz's Regel für anwendbar:

Ne deus intersit nisi dignus vindice nodus

Inciderit. — — —

Uebrigens enthält er sich jeder Kritik der Hypothese des Hrn. Parrot und giebt seine Ansicht, die ihm hauptsächlich der großen Einfachheit wegen und weil sie keiner neuen Hülfssätze bedarf, empfehlenswerth schien, ganz — *salvo meliori judicio*.

Dafs unbeschadet der bewundernswerthen Uebereinstimmung zwischen Laplace's Rechnungen und den Erfahrungen über Ebbe und Fluth, doch der vom Hrn. Prof. Parrot bezeichnete Punkt weder durch die Werke dieses Meisters, noch durch die Darstellungen der Theorie jener Erscheinung in den besten Handbüchern der Astronomie und Physik vollkommen deutlich erläutert wird, darüber dürften wohl, wenn man die Sache gründlich und vorurtheilsfrei untersuchen will, viele übereinstimmen. Die Schwierigkeit bestand immer darin, mit Deutlichkeit die eigentliche Ursache anzugeben, warum stets auch der Punkt der Erdoberfläche, in dessen Nadir der Mond steht, Fluth hat. Mond und Erde werden bei der Erklärung des Phänomens, wie billig, anfangs als ruhend angenommen, und es findet dann folgende Alternative Statt: Entweder wird der Mittelpunkt der Erde mit grösserer Stärke angezogen als die Punkte des die Erdkugel bedeckenden Fluidums an der Oberfläche der abgewandten Seite, hingegen schwächer als die Wassertheile des Ortes, in dessen Zenith der Mond steht — und es muß demzufolge der Erdkörper sammt dem Meere eine *fallende Bewegung gegen den Mond* annehmen, wo dann die dem Monde nähere Wassermasse eine grössere Geschwindigkeit erhält als der Mittelpunkt der Erde und der mit ihm fest verbundene Erdkörper, und aus diesem Grunde dem letzte-

ren voreilt, und eben so die entfernteren Theile der Wasserhülle mit ihrer geringern Geschwindigkeit gegen den Mittelpunkt und den festen Körper zurückbleiben; — oder es muß die bekannte Wirkungsart der Attraction als ungenügend zur *vollständigen* Erklärung der Erscheinung angesehen werden. Zwar sucht man der Folgerung einer wirklichen Bewegung der Erde gegen den Mond häufig dadurch auszuweichen, daß man sagt, die Erde werde *gleichsam* unter dem Meere, das die vom Monde abgekehrte Seite bedeckt, hinweggezogen; oder man drückt sich aus: der feste Körper habe ein *Bestreben*, sich von den aufliegenden Wassertheilen zu entfernen; aber was das Erstere betrifft, so kann man billig fragen, was hinter dem „gleichsam“ für ein „*wirklich*“ sich verstecke, und im andern Falle wird ein Bestreben *ohne* Erfolg nichts erklären, denn in diesem Falle müßte man ja die Anziehungskraft als gehemmt, als aufgehoben betrachten, und Alles würde an der Erde in unverändertem Zustande bleiben; aus einem Bestreben *mit* Erfolg aber würde sich eben die fallende Bewegung der Erde gegen den Mond als nothwendig ergeben.

Obgleich nun, wie auch Hr. Prof. Parrot richtig gezeigt hat, eine *annähernde* Bewegung der Erde zum Monde auf keine Weise, wenigstens nicht in dem Grade Statt finden kann, als zur Erklärung des vorliegenden Phänomens hinreichend wäre, ohne längst bemerkt worden zu seyn, so scheint doch bis jetzt Niemand bei der Darstellung der Theorie der Ebbe und Fluth daran gedacht zu haben, daß die Erde wirklich, nach einem bekannten Satze, der in der allgemeinen Mecha-

nik \*) oder in der physischen Astronomie \*\*) vorge-  
tragen wird, in jedem Augenblicke eine *fallende Be-  
wegung* gegen den Mond hat, ohne sich demselben  
im Geringsten zu nähern. Dafs sich nämlich der  
Mond um die *gegen ihn als ruhend* betrachtete Er-  
de bewege, ist eben so sehr blos annäherungsweise  
wahr, als dafs die Sonne in Bezug auf die Planeten  
ruhe; die strenge Wahrheit ist: Auch wenn sich die  
Erde nicht um die Sonne bewege, so würde sie doch  
mit dem Monde zugleich um den ihr mit diesem ge-  
meinschaftlichen Schwerpunkt, welcher zwischen  
beiden in der ihre Mittelpunkte verbindenden gera-  
den Linie in einer Entfernung vom Centrum der Er-  
de liegt, die durch den Quotienten aus der Sum-  
me der Mond- und Erdmasse in das Produkt aus  
der Mondmasse in den Abstand der Mittel-  
punkte beider Körper ausgedrückt wird, eine der  
Mondbahn vollkommen ähnliche Bahn beschreiben.  
Durch die Bewegung der Erde um die Sonne wird  
nun ihr durch den Umlauf des Mondes bewirkter  
Umschwung um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt  
(der, als fortschreitende Bewegung, sorgfältig von der  
Axendrehung zu unterscheiden ist) keinesweges auf-  
gehoben, sondern es wird nur die so beschriebene  
kleine Bahn gleich der des Mondes um den gemein-  
schaftlichen Schwerpunkt, von der Sonne aus gese-  
hen, aus einer elliptischen in eine epicykloidische ver-  
wandelt, was aber, wo blos von den Verhältnissen  
zwischen dem Mond und der Erde die Rede ist, nicht

\*) f. z. B. Poisson traité de mécanique T. II. n. 320. p. 17.

\*\*) vgl. Bohnenberger's Astronomie S. 294 ff. S. 514.

berücksichtigt zu werden braucht. Indem also die Erde eine elliptische Bewegung um den ihr mit dem Monde gemeinschaftlichen Schwerpunkt hat, läßt sich diese auf die bekannte Weise in eine tangential und in eine centripetale zerlegen. Um so viel, als diese letztere beträgt, fällt folglich bei dieser Bewegung der Mittelpunkt der Erde gegen den gemeinsamen Schwerpunkt, oder, was in Hinsicht auf die Richtung einerlei ist, gegen den Mond, und da es nur die anziehende Kraft des letzteren ist, welche diese Wirkung hervorbringt, so werden die Geschwindigkeiten, mit denen der Mittelpunkt der Erde und verschiedene Punkte der flüssigen Oberfläche fallen, umgekehrt den Quadraten ihrer Abstände vom Monde proportionirt seyn, was nun ganz mit dem stimmt, was die gewöhnliche Ansicht giebt: es wird der dem Mond am nächsten liegende Punkt der Oberfläche am stärksten, der Mittelpunkt schwächer, der dem ersteren Punkte diametral entgegengesetzte am schwächsten angezogen werden, so daß in dem ersten und letzten Fluth seyn muß.

Daß man an diese ganz bekannte Bewegung der Erde bisher bei der Darstellung der Theorie der Ebbe und Fluth nicht gedacht und auf diese Weise, wie mich dünkt, die ehemaligen Einwürfe der Cartesianer \*) nicht kräftiger widerlegt hat, dürfte vielleicht aus dem Umstande begreiflich seyn, daß man in den astronomischen Tafeln bei der Bestimmung des geocentrischen Ortes des Mondes die Erde immer als ruhend ansieht, und, da es nur auf die relative Bahn des

\*) S. Lalande abrégé d'astronomie, Par. 1795. No. 1082. p. 403.

Mondes ankommt, diejenigen Modificationen im Stande desselben gegen die Erde, die von der Bewegung der letzteren um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt abhängen, der Bewegung des Mondes zuschreibt.

Sollte es noch Hrn. Hofrath Gauß gefallen, sein entscheidendes Urtheil über die vorliegende Materie in diesen Annalen abzugeben, so dürfte vielleicht von der bekannten Humanität desselben auch der Einsender dieses Aufsatzes eine kurze Beurtheilung seiner Meinung hoffen.

---



## X.

*Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Intensität der magnetischen Kraft und über die täglichen Veränderungen in der Intensität des Erdmagnetismus;*

VON

HRN. S. H. CHRISTIE.

Im vorigen Hefte in einem Zusatze zu der Abhandlung des Hrn. Sabine wurde angeführt, daß Hr. Christie über den hier in der Ueberschrift genannten Gegenstand eine Untersuchung in den Philosoph. Transact. für 1825 pt. 1. bekannt gemacht habe. Da dieser Gegenstand wichtig ist und es wohl für die Leser Interesse hat, die Arbeit etwas näher zu kennen, so theile ich hier die Uebersicht mit, worin Hr. Chr. am Ende der Abhandlung die Hauptresultate seiner Untersuchung zusammengestellt hat. Die Aufnahme des Ganzen scheint mir nicht nöthig, da leicht ein Jeder durch die Dauer der Schwingungen einer Magnetnadel bei verschiedenen Temperaturen diesen Gegenstand einer Prüfung unterwerfen kann. Hr. Christie hat indess seine Versuche nicht auf diesem Wege angestellt. Vielmehr leitete er seine Resultate aus der Wirkung ab, die ein in Wasser gelegter und darin beliebig erwärmter Magnetstab auf eine in der Nähe befindliche Magnetnadel ausübte. Aus einer großen Anzahl solcher Versuche zieht er den Schluß, daß, wenn die Intensität, welche die von ihm gebrauchten Magnetstäbe bei 60° F. besaßen,

zur Einheit angenommen wird, ein jeder Temperaturanwuchs von einem Grad Fahrenheit eine Verringerung von 0,000564 in der Intensität bewirkt.

Da nun das Nämliche oder fast das Nämliche bei allen Magneten Statt finden muß, so ist es offenbar nothwendig, „bemerkt Hr. Chr.“ daß überall da, wo die Intensität des Erdmagnetismus aus den Schwingungen einer Magnetnadel abgeleitet werden soll, Sorge getragen werde, die Beobachtungen genau in derselben Temperatur zu machen, oder, wenn man die Wirkung der Temperaturveränderungen zuvor mit Genauigkeit bestimmt hat, daß die Beobachtungen nach den bei ihnen Statt gefundenen Temperaturdifferenzen corrigirt werden. Es ist mir nicht bekannt, daß irgend jemand bis jetzt versucht habe, eine solche Correction anzubringen. Aus den von mir angestellten Versuchen ist es aber klar, daß, um aus den Schwingungen einer Magnetnadel an verschiedenen Orten der Erde, wo die Temperatur bei den Beobachtungen fast nothwendig verschieden ist, genaue Resultate abzuleiten, diese Temperaturen aufgezeichnet, und die Schwingungszeiten auf eine Normaltemperatur reducirt werden müssen. Es scheint mir, daß die Wirkungen der Temperatur auf große und kräftige Magnete am merklichsten seyn müssen, und wenn man solche anwendet, ist es folglich am nöthigsten, eine Reduction wegen der Temperaturveränderungen zu machen. Diese Reduction würde nicht schwierig seyn, wenn man die Zu- und Abnahme der Intensität, die einer gewissen Ab- und Zunahme in der Temperatur entspricht, in Theilen der Intensität eines jeden Magneten ausdrücken könnte. Um dieses mit Ge-

naugigkeit zu bewerkstelligen, ist jedoch eine große Reihe von Versuchen mit Magneten von verschiedener Intensität erforderlich. Da ich diese aber noch nicht angestellt habe, so muß ich mich für die Gegenwart begnügen, einige Thatfachen anzugeben, die ich durch Versuche von einer größeren Ausdehnung als die schon angeführten ausgemittelt habe, und das Detail derselben bis zu einer anderen Gelegenheit versparen.

Diese Versuche wurden mit einer Torsionswage angestellt, in welcher die Nadel an einem Messingdraht von  $\frac{1}{4\frac{1}{2}}$  Zoll im Durchmesser aufgehängt war. Durch sie habe ich die folgenden Versuche gefunden:

1. Als mit  $-3^{\circ}$  F. ( $-15^{\circ},5$  R.) anfangend, die Temperatur bis  $127^{\circ}$  F. erhöht wurde, nahmen die Magnete an Intensität ab, so wie ihre Temperatur zunahm. Da es während des Winters fast gänzlich an Schnee fehlte, so war ich nicht im Stande, die Temperatur der großen Magnete, welche ich gebrauchte, weiter zu erniedrigen. Durch einen in Gemeinschaft mit Hrn. Faraday in der Royal Institution angestellten Versuch, bei welchem ein kleiner Magnet in mit Schwefelkohlenstoff befeuchteter Leinwand eingewickelt und über Schwefelsäure unter die Glocke einer Luftpumpe gebracht wurde, fand ich jedoch, daß die Intensität des Magneten, so weit als die Temperatur erniedrigt wurde, *zunahm*, und daß dieselbe *abnahm*, wenn die Luft wieder in den Recipienten einströmte und folglich die Temperatur des Magneten erhöht wurde. Dies steht in directem Widerspruch mit der Meinung, daß der Magnetismus der Magnetnadel

durch Einwirkung einer intensiven Kälte zerstört werde.

2. Die Abnahme der Intensität wächst zwar so wie die Temperatur steigt, aber es findet zwischen ihr und dem Temperaturanwuchs kein für alle Temperaturen constantes Verhältniß Statt.

3. Von ungefähr  $80^{\circ}$  F. an, nimmt die Intensität mit steigender Temperatur sehr schnell ab, so daß, wenn auch bis zu jener Temperatur die Unterschiede in den Abnahmen nahe constant sind, was auszumitteln eine Genauigkeit erfordert, die die Natur dieser Versuche vielleicht nicht zuläßt, dennoch über diese Temperatur hinaus die Differenzen in der Abnahme wachsen.

4. Ueber die Temperatur von  $100^{\circ}$  F. hinaus wird ein Theil der Kraft des Magneten bleibend zerstört.

5. Bei einer Temperaturveränderung wird der beträchtlichste Theil der Wirkung auf die Intensität des Magneten augenblicklich erzeugt, und dies beweist, daß die magnetische Kraft sich an der Oberfläche selbst oder sehr nahe darunter aufhält. [Hr. Poisson hat indeß von einem ähnlichen von Hrn. Barlow für die weichen Eisenmassen ausgesprochenen Satz gezeigt, daß er irrig sey. Vergl. d. Ann. Bd. LXXVII S. 315]. Dies ist vorzüglich bemerkbar, wenn die Temperatur des Magneten erhöht wird, wobei, nachdem der erste Effect erzeugt ist, nur eine geringe Veränderung in der Intensität Statt findet. Verringert man hingegen die Temperatur des Magneten, so scheint es, obgleich der ganze Effect augenblicklich erzeugt wird, daß der Magnet noch eine Zeit lang fortfährt etwas an Kraft zu gewinnen.

6. Die durch Temperaturveränderungen auf unpolarisches (weiches) Eisen erzeugten Wirkungen sind gerade die umgekehrten von denen, die auf einen Magneten erzeugt werden. Eine Zunahme der Temperatur erzeugt eine Zunahme der magnetischen Kraft des Eisens. Die Gränzen, zwischen welchen ich die Beobachtungen anstellte, waren  $50^{\circ}$  und  $100^{\circ}$  F. Dafs eine Temperaturerhöhung auf Eisen gerade die umgekehrte Wirkung hat wie auf einen Magneten, halte ich für eine Widerlegung jener Hypothese: dafs das Eisen vermöge der ihm von der Erde mitgetheilten Polarität auf die Magnetnadel wirke.

---

## XI.

*Ueber die bei Tage beobachteten Sternschnuppenartigen Erscheinungen und ein zur Zeit einer Sonnenfinsternis gesehenes ungewöhnliches Feuermeteor.*

Unter den in diesem Hefte von Hrn. Dr. Chladni zusammengestellten Beobachtungen über Feuermeteor, wurde auch auf S. 163 die mitgetheilt, daß Hr. Prof. Hansteen bei Tage ein leuchtendes Meteor durch das Gesichtsfeld seines Fernrohrs hindurchgehen sah, welches derselbe für eine Sternschnuppe erklärte. Diese Beobachtung, aus dem Magaz. for Naturvidenskaberne I. 813. in das Edinburger Philosoph. Journal übertragen, hat Hrn. Thomas Dick zu einigen (in No. XXV. 167. der letzteren Zeitschrift mitgetheilten) Bemerkungen Gelegenheit gegeben, die, wenn gleich sie zwar keinesweges die Folgerung des Hrn. Prof. H. entkräften, doch geeignet sind, auf eine sonderbare Erscheinung verwandter Natur aufmerksam zu machen.

Hr. Dick machte nämlich vor ungefähr zwölf Jahren mit einem parallactisch aufgestellten Fernrohr häufig Beobachtungen bei Tage, um unter andern auszumitteln, welche Sterne und Planeten am Tage zu sehen seyen und wie nahe bei der Sonne. In dieser Absicht betrachtete er denn auch häufig die Venus in der Nähe dieses Gestirns. Ich war nicht wenig überrascht, „sagt Hr. D.“ als ich während der Betrachtung dieses Planeten zu verschiedenen Zeiten einen Körper

quer durch das Gesichtsfeld des Fernrohrs gehen sah, welcher anscheinend mehr oder weniger die Grösse der Venus hatte, so dafs ich häufig diesen Körper mit den Planeten verwechselte, bis seine schnelle Bewegung die Täuschung aufdeckte. Zuweilen gingen *vier* oder *fünf* dieser Körper durch das Gesichtsfeld, manchmal in senkrechter, manchmal in horizontaler Richtung. Es schienen leuchtende Körper zu seyn, die einigermaßen das Ansehen eines Planeten befaßen, der bei Tage mit einem Fernrohr von mäßig vergrößernder Kraft betrachtet wird. Ihre Bahn war fast geradlinig, ging indess zuweilen in eine Wellen- oder Schlangenform über, und sie schienen sich in dem 70 Mal vergrößernden Fernrohr mit beträchtlicher Schnelligkeit zu bewegen. Ich war auf lange Zeit verlegen, was ich von der Natur dieser Körper halten sollte; da ich indess Gelegenheit hatte, diese Beobachtungen fast an jedem heitern Tage nahe zwölf Monate hindurch anzustellen, so fügte es sich oft, dafs ich diese Erscheinung unter verschiedenen Gestalten erblickte, und dadurch wurde ich zuletzt im Stande eine bestimmte Meinung über die Ursache derselben zu fassen. In einigen Fällen schienen die erwähnten Körper gröfser als gewöhnlich und sich auch schneller zu bewegen; alsdann konnte ich deutlich wahrnehmen, dafs sie nichts anderes waren, als Vögel von verschiedener Grösse und in anscheinend verschiedenen Entfernungen, deren convexe Oberfläche in gewissen Lagen die Sonnenstrahlen stark reflectirte. In andern Fällen, wenn sie kleiner erschienen, war ihre wahre Gestalt, vermöge ihrer Bewegung und Entfernung, nicht zu erkennen. Als ich an ei-

nem heißen Sommertage meine Beobachtungen machte, nahm ich ähnliche Erscheinungen wahr, die ich mit allem Grund einer Menge von Insekten zuschreiben konnte, welche in nicht großer Entfernung vor dem Fernrohr herumflogen.

Hr. Dick zieht nun hieraus den Schluß, daß das, was Hr. Hansteen sah und für eine Sternschnuppe hielt, ebenfalls ein vorüberfliegender Vogel müsse gewesen seyn, und findet sich in dieser Meinung noch dadurch bestärkt, daß jener die Bahn des Meteores nicht als völlig geradlinig, sondern etwas schlangenförmig und die einer aufsteigenden Rakete ähnlich angiebt. Daß diese Folgerung des Hrn. D., auch bei völliger Richtigkeit der von ihm gemachten Beobachtungen sehr übereilt ist, muß wohl jedem Leser einleuchtend seyn.

Der verstorbene B. Martin, „fährt Hr. D. fort“ scheint durch eine ähnliche Erscheinung getäuscht worden zu seyn und aus dieser einen Schluß gezogen zu haben, der in etwas dem von Hrn. H. ähnlich ist. In seiner *Philosophia Britannica* Vol. III. p. 85 et 86, theilt er, bei Beschreibung des Sonnenmikroskop und der Erscheinungen, welche dasselbe in einem finstern Zimmer zeigt, folgende Erzählung mit:

„Ich kann nicht unterlassen hier eine sehr *ungewöhnliche Erscheinung* anzuführen, welche ich vor ungefähr 10 Jahren in meinem finstern Zimmer beobachtete. Das Fenster dieses Zimmers liegt nach Westen und die Thurmspitze der Chichester Kathedrale steht in einer Entfernung von ungefähr 50 oder 60 Ellen gerade vor demselben. Ich beobachtete oft zu meinem Vergnügen wie ergötzlich



die Sonne hinter den Thurm trat und von diesem auf einige Zeit verfinstert wurde; das Bild des Thurmes und der Sonne war sehr groß, da ich eine Linse von 12 Fuß Brennweite gebrauchte. Einst als ich die Bedeckung der Sonne durch den Thurm beobachtete, und gerade als die Scheibe verschwunden war, sah ich *mehrere kleine glänzende, runde Körper* oder *Kugeln* nach der Sonne hin laufen, die selbst bis auf 20 Zoll von jener ab, von den finstern Theil des Zimmers ausgingen. Sie bewegten sich etwas unregelmäßig, jedoch geradlinig, und schienen bei Annäherung an die Sonne beschleunigt zu werden. Ebenso erschienen diese leuchtenden Kugeln auf der andern Seite des Thurmes und gingen der Sonne voraus, indem sie in den finstern Raum hinein liefen, mehr oder weniger auf dieselbe Art, wie sie der Sonne vor ihrer Verdunklung gefolgt waren. Sie schienen im Allgemeinen einen Durchmesser von ungefähr  $\frac{1}{30}$  Zoll zu besitzen, und mußten daher *sehr große*, am Himmel befindliche, *leuchtende Kugeln* seyn, deren Licht durch das der Sonne verdunkelt ward, so daß sie nicht im freien Tageslicht zum Vorschein kamen. Was für eine Art von Materien oder Körpern sie aber mögen gewesen seyn, konnte ich nicht errathen.“

Hr. Dick betrachtet auch diese Erscheinung als durch Vögel veranlaßt, die in beträchtlicher Entfernung vorüberflogen. Der Herausgeber des Edinburger Philosoph. Journals fügt hinzu: Ein Astronom, der in Gesellschaft Mehrerer im Sommer 1821 zu London beschäftigt war, die Venus nahe bei der Sonne mit einem Newton'schen Teleskope zu betrachten, habe in Verlauf einer halben Stunde zu wiederholten

Malen eine Erscheinung von gleicher Art mit der von Hrn. Dick beschriebenen beobachtet. Es gingen nämlich in jeder Richtung kleine glänzende Körper durch das Gesichtsfeld des Fernrohrs, die dem Planeten nicht unähnlich waren und sich von diesem nur durch ihre Bewegung unterscheiden ließen. Während die Beobachter diese Erscheinung bewunderten, kam ein ausgezeichnete Phyfiker hinzu, dem man die Umstände mittheilte. Dieser sprach indels von der Erscheinung, als von einer ihm ganz bekannten, und sagte, er halte die im Fernrohr gesehenen Körper für nichts anders, als für wolligen Saamen gewisser Pflanzen, der in der Luft herumfliege und von der Sonne stark erleuchtet werde.

Hr. Arago, der die vorhin erwähnte Beobachtung des Hrn. Prof. Hansteen in den *Annales de Chimie et Physique* T. XXX. p. 416 anführt, macht zugleich über Hrn. Dick's Erklärung derselben folgende Bemerkung.

Ohne läugnen zu wollen, daß nicht das Licht, welches von den Federn eines Vogels in sehr schiefer Richtung reflectirt wird, zuweilen eine ähnliche Erscheinung wie die von Hrn. Hansteen beschriebene erzeugen könne, glaube ich doch, daß diese Erklärung nicht allgemein angenommen werden darf. Beim Beobachten der Sonne am Repetitionskreise, habe ich wohl hundert Mal, und selbst bei gefärbten Gläsern vor dem Ocular, große Lichtpunkte durch das Gesichtsfeld des Fernrohrs hindurch wandern sehen \*).

\*) Ähnliche oder viel mehr ganz gleiche Erscheinungen sind auch häufig vom Prof. Bode wahrgenommen worden, wie

Sie erschienen zu deutlich begränzt, als daß man nicht hätte annehmen müssen, sie wären entfernt gewesen, und sie bespannten zu große Winkel, um sich vorstellen zu können, daß sie durch Vögel veranlaßt worden wären. Ich glaubte zuweilen zu bemerken, daß diese Punkte sich häufiger in denjenigen Jahreszeiten zeigten, in welchen große Mengen von Spinnengewebe durch die Winde in unserer Atmosphäre herumgeführt werden. Auf jeden Fall verdient diese Erscheinung näher untersucht zu werden. Warum sollte es auch nicht Sternschnuppen bei Tage geben, so gut wie in der Nacht? Wer könnte behaupten, daß, wenn diese Meteore an den äußersten Gränzen der Atmosphäre entstehen, ihre Bildung nicht durch die Gegenwart der Sonne begünstigt werde? Ich überlasse es dem Leser zu entscheiden, ob nicht die so eben erwähnten Erscheinungen einige Ähnlichkeit haben mit der folgenden, deren Beschreibung ich aus einem untern 5. Oct. 1820 von dem Unter-Präfecten von Embrun Hrn. Serres an den Präsidenten der Akademie der Wissenschaften gerichteten Brief entnehme (und hier im Auszuge mitgetheilt wird).

— — Am 7ten des letzten Monates ungefähr um 1½ Uhr Nachmittags, wie Alles die Sonnenfinsterniß beobachtete, kam mir die Luft an, ins Freie zu gehen. Indem ich durch die Stadt ging, sah ich zunächst auf einem der öffentlichen Plätze eine beträchtliche Menge Menschen jung und alt von beiderlei Geschlecht

man aus dess. astronom. Jahrb. für 1816 S. 148 od. aus dief. Ann. Bd. 56. S. 388 ersehen kann, wo Hr. Dr. Chladni dieselben angeführt hat.

verfammelt, welche die Augen nach der Seite der Sonne wandten. Unter dieser Menge erkannte ich bloß einen jungen Studiosus der Rechte, Namens Cézanne; indess nur an die Sonnenfinsterniß denkend, ging ich vorüber, ohne zu bemerken, daß man an der Stelle, wo sich dieser junge Mann und die ihn umgebenden Personen befanden, die Sonne gar nicht sehen konnte; dieß ließ mich in dem Glauben, daß jedermann die Sonnenfinsterniß beobachtete, wie ich selbst es so eben gethan hatte.

Weiterhin begegnete ich einer ähnlichen Gruppe, welche gleichfalls die Augen auf die Sonne gerichtet hatte. Da ich aber diesmal bemerkte, daß die Leute in einer Straße und durchaus im Schatten standen, so wurde mir klar, daß sie etwas anderes als die Sonnenfinsterniß betrachten mußten. Ich erkundigte mich also bei dem Thierarzt Hrn. Thommé, der sich unter der Menge befand, was es denn sey, wornach man sehe. Er antwortete mir: wir betrachten die Sterne, welche sich von der Sonne absondern. — Was sagen Sie da? — Ja, mein Herr; aber sehen Sie selbst, das wird das Kürzeste seyn. — Ich blickte hin und sah in der That, zwar nicht Sterne, aber Feuerkugeln von dem Durchmesser der größten Sterne, welche in verschiedenen Richtungen von der oberen Halbkugel der Sonne mit einer unberechenbaren Geschwindigkeit ausgeworfen wurden; diese Wurfgeschwindigkeit schien für alle dieselbe zu seyn, aber dennoch erreichten nicht alle dieselbe Entfernung.

Diese Kugeln wurden in gleichen und ziemlich kleinen Zwischenzeiten ausgeworfen; oft mehrere zugleich, aber immer unter sich divergirend. Einige

liefen in gerader Linie fort und verlöschten in der Ferne; andere beschrieb eine parabolische Linie und verlöschten ebenso; andere endlich kehrten, nachdem sie sich in directer Linie bis zu einem gewissen Abstände entfernt hatten, auf derselben Linie zurück, und schienen noch leuchtend wieder in die Sonnenscheibe einzutreten. Ein etwas dunkelblauer Himmel bildete den Grund zu diesem prächtigen Schauspiel. — Ich habe noch vergessen zu sagen, daß ich während meiner Beobachtung hinter einem Hause stand, und deshalb die Sonne selbst, nicht sehen konnte; derjenige meiner Gesichtsstrahlen, welcher an der First des Daches vorbei ging, lag ein wenig vom Rande der Sonne entfernt. Die Sonnenfinsterniß war damals im Abnehmen.

Sie werden leicht denken, mein Herr, wie groß mein Erstaunen war bei Ansicht dieses eben so majestätischen als für mich so neuen Schauspieles. Ich brauche nur zu sagen, daß es mir unmöglich war den Blick eher davon abzuwenden, als bis es aufhörte sichtbar zu seyn; dies geschah nach und nach in dem Maasse als die Finsterniß abnahm und die Sonnenstrahlen wieder ihren gewöhnlichen Glanz bekamen. Dies bemerkten auch die übrigen Personen. Eine von ihnen setzte hinzu, als ich mich von der Menge trennte, „daß die Sonne um so mehr Sterne ausendete als sie bleicher war“. Als ich von meinem Erstaunen über diese bewundernswürdige Erscheinung zurückgekommen war, wollte ich von den beiden vorhin erwähnten Personen wissen, durch wen und wie sie Kenntniß von jener erhalten hätten. Hr. Thommé antwortete mir, daß ihm, als er aus dem Pferdestall her-

ausgetreten wäre, eine Frau zugeschrien habe: „Kommt doch, Hr. Thommé, und seht die Feuerflammen, welche aus der Sonne herausschießen“. Als er auf diese Einladung sich zu ihr begab, sah er zum ersten Mal in seinem Leben die Erscheinung, zu deren Anblick er mir selbst verhalf. Der junge Cézanne sagte mir, es wären Kinder von zehn und zwölf Jahren gewesen, welche jene zuerst erblickten, und erstaunt über die Sache geschrien hätten: „Seht, seht doch“; und so hätte sich ein Haufe versammelt, zu dem ich kurz darauf hinzugekommen wäre; er habe mir nichts gesagt in der Meinung, daß ich mit der Erscheinung, die er in dem Augenblick bewunderte, bekannt seyn würde.

---

---

# ANNALEN DER PHYSIK.

---

JAHRGANG 1826, DRITTES STÜCK.

---

## I.

*Ueber die magnetische Polarisation der Metalle und  
Erze durch Temperaturdifferenz;*

VON

Dr. T. J. SEEBECK.

(B e s c h l u s s.)

---

45. Die in § 31 (S. 17) angeführten Platin-, Gold- und Kupferforten wurden nicht bloß magnetisch, wenn ihrer zwei von gleichnamiger Art in Form von Stangen oder Blechstreifen mit einander verbunden waren, wo dann schon eine mäßige Erwärmung eines der Berührungspunkte eine nicht unbeträchtliche Polarität erregte; sondern die meisten dieser Metalle wurden auch dann noch magnetisch polar, als sie nur *einfache* und durchaus gleichartige Kreise bildeten, und ein Theil derselben in der Temperatur erhöht oder erniedrigt wurde. Ein gleiches Verhalten zeigten mehrere andere Metalle, von denen einige zu den *homogensten* gezählt werden müssen, die überhaupt zu diesen Versuchen angewandt worden. Alle *einfachen* Kreise erforderten jedoch, um in gleichen magnetischen Zustand mit den aus zwei Sorten eines Metalles

zusammengesetzten Ketten verſetzt zu werden; eine bedeutend ſtärkere partielle Temperaturerhöhung als dieſe.

Am Stärkſten wurde die magnetiſche Polarität in den *einfachen* Metallkreiſen gefunden, wenn ein Theil derſelben ſich im fließenden oder glühenden Zuſtand befand, und wenn die Enden des die Bouſſole umſchließenden gleichartigen Metallbogens wechſelsweiſe in den fließenden Theil eingetaucht wurden; oder wenn das eine Ende eines nicht oxydirbaren Metallbogens glühend mit dem andern kalten Ende deſſelben in Berührung gebracht wurde.

Durch Cupellation gereinigtes Silber zeigte bei dieſem Verfahren folgendes Verhalten. Wurde das *untere* Ende des die Bouſſole umſchließenden Silberbogens in das in *Süden* ſtehende, *fließende*, gleichartige Metall getaucht, das *obere* Ende nachher, ſo erfolgte eine *öſtliche* Declination der Magnetnadel; wurde hingegen das *obere* Ende *zuerſt*, das *untere* *zuletzt* eingetaucht, ſo war die Declination *weſtlich*. Vollkommen in Ruhe blieb aber die Nadel, wenn die beiden kalten Enden des Bogens *zugleich* in das fließende Metall eingetaucht wurden. Eine gleiche obwohl ſchwächere Wirkung auf die Magnetnadel fand auch dann noch Statt, als das Silber im Tiegel bereits erſarrt war und aufgehört hatte zu glühen, wofern nur das eine Ende des Bügels längere Zeit mit jenem in Berührung blieb als das andere.

Ein gleiches Verhalten bei gleicher Lage der Theile, zeigten unter dieſen Umſtänden *Zink* und *Gold* No. 2.

Entgegengeſetzte Declinationen der Magnetnadel



gaben aber auf diese Art *Platina* No. 1, *Kupfer* No. 1 und No. 2, und *Messing* No. 2.

Blei (sowohl käufliches als gereinigtes) und Zinn hingegen zeigten in Form von einfachen Bogen auch unter den scheinbar günstigsten Bedingungen *keine* Wirkung auf die Magnetnadel. Eine deutliche, ja sogar eine ziemlich lebhaft Declination der Magnetnadel fand aber Statt, wenn die Enden des die Boussole umgebenden *Zinnes* in fließendes *Blei*, oder umgekehrt, wenn die Enden eines Bogens von *Blei* auf die mehrmals erwähnte Art in fließendes Zinn eingetaucht wurden.

Die folgende Tafel giebt die Declinationen der Magnetnadel, welche innerhalb der einfachen Kreise aller untersuchten Metalle Statt fanden, wenn die Enden der Bogen in *Süden* lagen, und das *obere* Ende das *heißere* war.

Einfache Metallbogen	Declinationen der Magnetnadel innerhalb derselben.
1) Wismuth	schwach östlich
2) Nickel	ziemlich lebhaft östlich
3) Legirung aus { Kupfer 2 Th. } { Nickel 1 - }	sehr schwach östlich
4) Palladium	stärker östlich
5) Platin No. I	- östlich
7) Kupfer No. 0	ungleich, östlich sowohl als westlich
11) Gold No. I	zuerst östlich, stärker erhitzt westlich
12) Kupfer No. I	- östlich
13) Messing No. 2	zuerst östlich, stärker erhitzt westlich
16) Blei	Null
17) Zinn	Null
18) Platina No. 3	sehr schwach östlich
21) Kupfer No. 2	stärker östlich

24) Gold No. 2	stärker <i>westlich</i>
25) Silber	- <i>westlich</i>
26) Zink	- <i>westlich</i>
29) Platin No. 4	Null
30) Cadmium	stärker <i>westlich</i>
31) Stahl	schwach <i>westlich</i>
32) Stabeisen	- <i>westlich</i>
34) Antimon	ungleich, in einigen <i>westlich</i> in andern <i>östlich</i> .

*Wismuth* und *Antimon* sind wegen ihrer Sprödigkeit, und *Eisen*, *Stahl* und *Nickel* wegen ihrer die Beweglichkeit der Magnetnadel hemmenden Wirkung nicht wohl als einfache Bogen anzuwenden. Von diesen Metallen waren Stangen und Blechstreifen, von mindestens einem Fuß Länge an Spiralen oder Blechstreifen von solchen dehnbaren Metallen befestigt, welche mit jenen nur schwach magnetisch werden und es war sowohl bei diesen Versuchen als bei denen zur Reihebestimmung unternommenen die Vorsicht beobachtet worden, die Enden jener Stangen entweder nur mäßig oder nur momentan stark zu erhitzen, auch war nicht eher zu einem zweiten Versuch geschritten worden, als bis diese sich gänzlich abgekühlt hatten, damit jede aus der Temperaturveränderung am Berührungspunkt der beiden den Bogen bildenden Metalle zu befürchtende Störung vermieden werde.

In den Bogen von *Platin* No. 1, von *Silber*, *Gold* No. 2 und *Palladium* (welche Metalle sämmtlich zu den dem chemisch reinem Zustande am nächsten kommenden gehörten) war bei allen Graden der Temperaturdifferenz die magnetische Polarisation ihrer Richtung nach dieselbe geblieben. Unter den Körpern, die eine *ungleiche* oder eine *veränderliche* magnetische Polarität zeigten, befand sich eine Legirung (Messing

No. 2) und drei Metalle (Gold No. 1, Kupfer No. o. Antimon), von denen zwei entschieden eine fremdartige Beimischung enthielten. In den Bogen von *Gold* No. 1 und *Messing* No. 2 schien die Mischung der Bestandtheile sehr gleichförmig zu seyn, denn beide Enden derselben verhielten sich auf den beiden eine entgegengesetzte Polarität bewirkenden Stufen der Temperaturdifferenz ziemlich gleich. Im *Kupfer* No. o und dem *Antimon* war eine bleibende Verschiedenheit der beiden Enden der Bogen die Ursache ihrer zwiefachen magnetischen Polarisation. Diefs ergab sich daraus, dafs die Declination der Magnetnadel schon bei den ersten Graden der Temperaturdifferenz der beiden Enden entgegengesetzt ausfiel, je nachdem das eine oder das andere Ende das obere und zugleich das heifssere war. Zwei Streifen von Kupfer No. o\* zeigten ein gleiches Verhalten bei gleicher Lage ihrer in der Temperatur verschiedenen Theile. Beide Enden dieser Bogen verhielten sich in den ersten Graden der Temperaturdifferenz jedoch immer gleich gegen die zunächst stehenden Metalle, Platina No. 1 und Gold No. 1, und daraus folgt, dafs sich die beiden Enden eines Bogens von diesem Kupfer, wie zwei Metalle von geringer Heterogenität verhielten. In einigen der aus *Antimon*stangen zusammengesetzten Bogen erfolgte bei gleicher Lage ihrer in der Temperatur verschiedenen Theile immer eine *westliche*, in andern immer eine *östliche* Declination; selten jedoch verhielten sich die vier Enden der mit einander verbundenen Stangen in der Wirkung gleich. Gegen *Tellur* und *Arsenik* verhielten sich alle jene verschiedenen *Antimon*stangen mit allen Enden gleich.

46. Nach diesen Erfahrungen war es wichtig zu erforschen, ob wohl Ringe, welche aus *Antimon*, und andern ihm ähnlichen Metallen in einem Gusse gefertigt worden, magnetischpolar gemacht werden könnten. Versuche mit in Sandformen gegossenen Ringen und rectangulären Rahmen vom besten hier im Handel vorkommenden *Antimon* gaben bejahende Resultate; doch war die Polarisation bei Erwärmung gewisser Stellen am stärksten, bei Erwärmung anderer am schwächsten, oder fehlte auch gänzlich. So z. B. war die Polarität in einem 0",5 dicken und 6" im Durchmesser haltenden Ringe von *Antimon* die Polarität am *stärksten*, wenn einer der beiden Punkte *a* und *b* Fig. 1 Taf. V. allein erwärmt wurde; es war aber keine Polarität an demselben zu bemerken, wenn einer der Punkte *c* oder *d* erwärmt wurde. Bei Erwärmung eines zwischen *a* und *b* liegenden Punktes war die magnetische Polarisation verhältnißmäßig um *so stärker*, je näher er *a* und *b*, und um *so schwächer* je näher er *c* oder *d* lag. Bei gleichzeitiger und gleich starker Erwärmung von *a* und *b* blieb der Ring unmagnetisch, wie vorher, als die Temperatur desselben überall gleich war. Es geht hieraus hervor, daß dieser scheinbar homogene Ring aus zwei ungleichen einander entgegengesetzten Hälften bestand, die, wie auch weitere Versuche bestätigten, sich als heterogene Metalle gegen einander verhielten, nämlich *a c b* als ein westliches und *a d b* als ein östliches Metall aus der magnetischen Reihe. In einem andern Ringe von *Antimon* hatten jene vier Hauptpunkte eine andere Lage gegen einander und gegen die Eingussstelle, welche sich in dem vorigen Ringe in *a* befand. Auch in kei-

nem der rectangulären Rahmen war die Lage jener Punkte der in den andern völlig gleich; doch alle diese Körper bestanden aus zwei einander entgegengesetzten, obwohl meist ungleichen Hälften.

Auch Versuche mit massiven gegossenen Ringen und Rahmen von künstlichen *Wismuth* zeigten, daß bei dem Guss sich eine Heterogenität in diesem bilde, die beträchtlich genug sey, um unter ähnlichen Bedingungen wie beim Antimon eine deutliche Polarität zu begründen. In einem Ringe von *Wismuth* lagen die beiden die stärkste Polarität erregenden Punkte in *a* und *b*, Taf. V. Fig. 2, einander beinahe diametral gegenüber und fast in gleichem Abstände von der Eingussstelle *g*. Die Hälfte *acb* verhielt sich als *westliches* und *adb* als *östliches* Metall.

Diese zur magnetischen Polarisation dieser Apparate erforderliche Heterogenität der Theile konnte aus einer während des Gusses sich bildenden ungleichen, doch regelmäßigen Vertheilung der der Hauptmasse entweder ursprünglich beigemischten, oder während der Bearbeitung erst hinzugekommenen fremdartigen Körper erklärt werden. Hienach konnte man eine stärkere magnetische Polarität, als in den bisher angewandten einfachen Ringen, in ähnlichen, aus einigen der oben angewandten Alliagen verfertigten, Apparaten erwarten. Ein Versuch mit einem aus einer Mischung von 8 Thl. *Antimon* mit 3 Thl. *Zinn* gegossenen rectangulären Rahmen gab ein dieser Ansicht günstiges Resultat. Denn wenn die Declination der Magnetnadel in Rahmen von Antimon, welche mit jenem gleiche Grösse hatten und gleich stark erwärmt wurden, höchstens 2 bis 3 Grade betrug, so stieg sie in den

Rahmen von Alliage, bei Erwärmung gewisser Stellen bis auf  $10^{\circ}$ , während sie bei Erwärmung anderer Stellen auch hier Null blieb.

In einem gegossenen Rahmen von Messing war nicht eine Spur von magnetischer Polarität bemerklich zu machen. In dehnbaren und strengflüssigen Alliagen scheint sich überhaupt nicht so leicht wie in spröden und leicht flüssigen Alliagen die zur magnetischen Polarität nöthige Heterogenität zu bilden. Eben so wenig konnte an den, vor der Temperaturveränderung geschlossenen, einfachen Kreisen von den reinsten der dehnbaren Metalle, wie z. B. von Platina No. 1, Gold No. 2, Silber und Kupfer No. 2 eine magnetische Polarität entdeckt werden. So war es auch nach allen im vorhergehenden Paragraphen angeführten Thatfachen zu erwarten, und die Versuche mit geschlossenen Kreisen bestätigen also, daß keine bleibende, sondern nur eine vorübergehende Heterogenität die Ursache der schwachen magnetischen Polarisation sey, die bei Schließung zum Kreise eintritt \*).

\*) Alle diese Versuche wurden der Akademie am 16. Aug. und 18. Oct. 1821 vorgelegt. Als später der Ring (Fig. 1. Taf. V.) von Antimon zerbrochen wurde, so fand sich, daß sich die beiden Hälften desselben, welche sich als heterogene Theile gegen einander verhalten hatten, in der krySTALLINISCHEN Structur verschieden waren. Die Hälfte, welche *östliche* genannt wurde, hatte ein feinkörniges krySTALLINISCHES Gefüge, die *westliche* Hälfte dagegen war sternförmig krySTALLISIRT. Diese Verschiedenheit der KrySTALLISATION ist eine Folge der ungleichen Art der Abkühlung des Metalls. Beim Gießen der Ringe wird nämlich der Theil der Form, durch welchen das Metall zuerst fließt, heißer als der übrige Theil; es erhält sich also in jenem länger flüssig und krySTALLISIRT langsamer als in dem kälteren

47. [Der Hr. Verfasser entwickelt in diesem Abschnitt seine Ansichten über die Bedingungen, welche zur Erzeugung, Aufhebung, und Umkehrung eines freien Magnetismus in den einfachen homogenen Metallbogen nöthig sind und zeigt alsdann, wie sich diese auf

Theil, wo das Metall schon abgekühlt ankommend, plötzlich erstarrt, und dadurch ein feinkörniges, unregelmäßiges Gefüge annimmt. Alle in kalten Formen (zumal in eisernen) gegossene Stangen von Antimon wurden entweder der ganzen Länge nach, oder doch an dem *unteren* Ende *feinkörnig* krySTALLISIRT gefunden; die oberen Theile von diesen (unter dem Einguss) und die in erwärmten Formen gegossenen Stangen waren dagegen sternförmig krySTALLISIRT, d. h. in Strahlen krySTALLISIRT, welche von der äusseren Fläche gegen die Mitte zu angeschossen waren.

Wurden solche Stangen von Antimon auf die Art kreisförmig mit einander verbunden, dass man das *untere* Ende der einen mit dem *oberen* Ende der anderen in Berührung setzte, so verhielten sie sich wie die beiden Theile jenes Ringes von Antimon. Welches der Enden auch das wärmere war, immer stand das *untere* (feinkörnig krySTALLISIRT) in *Osten*, das *oberste* (sternförmig krySTALLISIRT) in *Westen*, wenn der warme Berührungspunkt sich unten befand und die Kette mit ihrem *n* Pol gegen Norden gerichtet war. Wurden hingegen die gleichartigen Enden jener Stangen mit einander in Berührung gebracht, so fanden zwei verschiedene Polarisationen Statt. Waren es die Enden aus dem unteren Theil der Form, welche verschiedene Temperatur besaßen, so stellte sich jedesmal das *kältere* Ende in *Osten*, das *wärmere* in *Westen*. — Gegen *Arfenik* und *Tellur* verhielten sich jene beiden *Antimonstangen*, wie sie auch verbunden seyn mochten, mit beiden Enden gleich. Auch die Bruchstücke vom *Antimonringe* zeigten mit allen Flächen gegen Eisen ein gleiches Verhalten.

Am *Wismuth* und an dem *Alliage* aus *Antimon* mit Zink war eine solche Verschiedenheit in der krySTALLINISCHEN Structur wie am *Antimonringe* nicht zu bemerken.

die zweigliedrigen Ketten übertragen lassen. Dieser Abschnitt ist indeß leider keines Auszuges fähig. Nur als Andeutung der Theorie des Hrn. Verfassers möge hier das Folgende angehoben seyn. Für das Uebrige muß ich den Leser der sich für diesen Gegenstand besonders interessirt auf das Original verweisen. (P.)

Wird ein Metallbogen an dem einen Ende  $a$  erwärmt, so wird er dadurch in einen Zustand versetzt, welchen wir mit  $\mp x$  bezeichnen wollen. In der Richtung, in welcher sich die Wärme in den übrigen kälteren Theilen des Bogens verbreitet, setzt sie überall jenen  $\mp x$  Zustand, und in der entgegengesetzten Richtung, d. h. in der, in welcher die Erkältung der heißesten Theile erfolgt, oder in welcher die Kälte sich vom anderen Ende  $b$  des Bogens fortpflanzt, wird in den Körper  $\pm x$  gesetzt. Die Wärmeleitung in diesen Körpern ist also nach der einen Seite zu ein Erwärmungs- und nach der entgegengesetzten Seite zu ein Erkältungsact, und es befindet sich der noch offene Bogen an jedem Punkte in der Richtung der Längendimension, nach der einen Seite zu in einem  $\mp x$  und nach der anderen Seite zu in einem  $\pm x$  Zustande, doch ist das Verhältniß dieser  $\mp x$  und  $\pm x$  Zustände in jedem Theile ein anderes.

War nun  $\mp x$  am  $a$  Ende, und  $\pm x$  an  $b$  überwiegend, und dort (in den noch offenen Bogen) der Uebergang in den  $\pm x$ , und hier der Uebergang in den  $\mp x$  Zustand am schwächsten gewesen; so wird dadurch, daß  $a$  und  $b$  (nachdem sie aus der Wärme- oder Kälte-Quelle entfernt worden) mit einander in Berührung gebracht werden, der schon begonnene Uebergang von  $a$  in  $\pm x$  und von  $b$  in  $\mp x$  Zustand, plötzlich beschleun-



nigt, und die *Wärme* wird, sich von *a* aus nach zwei entgegengesetzten Richtungen hin ausbreitend, aber einen ungleichen Widerstand findend, so wie die *Kälte* sich von *b* aus nach entgegengesetzten Richtungen fortpflanzend und gleichfalls ungleichen Widerstand findend, in dem ganzen geschlossenen Kreise eine Spannung seines  $\mp x$  und  $\pm x$  Zustandes bewirken, welche um so stärker ist, je größer die Differenz der  $\mp x$  und  $\pm x$  Zustände von *a* und *b* ist, je größer also auch der Widerstand ist, den *a* der Einwirkung von *b* und *b* der Einwirkung von *a* entgegengesetzt, indem das erstere in einem höheren  $\mp x$  Zustande und *b* in einem höheren  $\pm x$  Zustande zu beharren und langsamer in die entgegengesetzten Zustände von  $\pm$  und  $\mp x$  überzugehen strebt, als jedes von beiden durch das andere überzugehen angeregt wird. — Wie nun an diesem, von dem Berührungspunkte ausgehenden, und hier am stärksten bestehenden Kampfe alle Theile des Kreises Antheil zu nehmen genöthigt sind, so ist es die allgemeine Spannung, in welche der ganze Kreis hindurch versetzt wird, und die oscillirende Bewegung, durch welche das Gleichgewicht des  $\mp x$  und  $\pm x$  Zustandes in allen Theilen des Kreises sich herstellt, aus welchem die magnetische Polarisation desselben hervorgeht.

In einem gleichen polaren Gegensatze, wie die in der Temperatur verschiedenen Theile der einfachen Bogen, befinden sich alle Metalle unserer magnetischen Reihe gegen einander, und es verhalten sich je zwei derselben, welche mit einander zum Kreise verbunden worden, in einem doppelten Gegensatze von  $\mp x$  und  $\pm x$ , und zwar in der Art, daß dasjenige, welches  $\pm x$

ist, an dem einen Berührungspunkte  $a$ , sich als  $+x$  Körper an dem anderen Berührungspunkte  $b$  verhält, in dem zugleich das andere Metall am Berührungspunkte  $a$  sich als  $+x$  und in  $b$  als  $-x$  Körper gegen das erstere verhält.

48\*). Nach den, schon im § 45 genannten, Erfahrungen über die Veränderlichkeit des Standes der fremdartige Beimischungen enthaltenden Metalle in der magnetischen Reihe bei verschiedenen Temperaturständen (zu welchen in dem vorhergehenden Paragraph noch ein Beispiel mehr in dem Alliage von 3 Thl. Kupfer und 1 Thl. Antimon aufgeführt wird, welches zum zweigliedrigen Kreise mit Zink verbunden seine Polarität umkehrt, ehe noch das Zink fließt, hingegen mit Kupfer No. 2 verbunden auch bei ziemlich starker Erwärmung des einen Berührungspunktes keine Umkehrung der Polarität erleidet), mußte sich die Frage aufdrängen, ob nicht außer Gold No. 1 auch die übrigen in § 31 S. 17 vorkommenden, gleichnamigen und mit verschiedenen Nummern bezeichneten Metalle, nach stärkerer Erhitzung eines der Berührungspunkte derselben, in der Verbindung mit den zwischen ihnen liegenden Metallen, eine andere Stellung gegen diese erhalten möchten als in den bisherigen Versuchen nach mäßiger Erwärmung, besonders nachdem es sich ergeben hatte, daß dies nicht bloß bei beträchtlicher Temperaturerhöhung des einen Berührungspunktes unter Kupfer No. 1, sondern auch unter Blei und Platin No. 3 herabrücke.

\*) Die Versuche in diesem Paragraphen sind sämmtlich am 11. Febr. 1822 angestellt worden, weshalb auch dieser § als ein später hinzugefügter mit einem \* bezeichnet worden ist.

Es wurden daher in dieser Beziehung mehrere Metalle zu zweigliedrigen Kreisen verbunden und mit ihnen bei *höheren* Temperaturen, übrigens aber auf ähnliche Art wie in § 31, Versuche angestellt. Die so gefundene für höhere Temperaturdifferenzen geltende Reihenfolge der Metalle, welche auf ähnliche Weise zu interpretiren ist, wie die in § 31, zeigt die nachstehende Tafel.

*Oestlich*

- 1) Wismuth
- 2) Nickel - Legirung
- 3) Palladium
- 4) Platin No. 1.
- 5) Platin No. 3.
- 6) Platin No. 4.
- 7) Blei
- 8) Zinn
- 9) Stahl
- 10) Stabeisen

- 11) Messing No. 1.
- 12) Kupfer No. 0.
- 13) Kupfer No. 1.
- 14) Gold No. 1.
- 15) Kupfer No. 2.
- 16) Gold No. 2.
- 17) Zink
- 18) Silber
- 19) Antimon

*Westlich*

*Kupfer* No. 1 trat schon bei Erhitzung des einen Berührungspunktes durch zwei Lampen unter *Blei* und *Zinn*; *Kupfer* No. 0 nahm aber erst entschieden die Stelle unter *Zinn* und *Messing* No. 1 an, wenn diese Metalle sich im *fließenden* und *glühenden* Zustande befanden. *Messing* No. 1 rückte schon bei mäßiger Erhitzung unter *Blei* und *Zinn*. *Gold* No. 1 bei der bis zum Glühen getriebenen Erhitzung beider Metalle über *Kupfer* No. 2; es ist aber wohl kaum zu zweifeln, daß es sich auch *unter* dieses und dem *Golde* No. 2 näher stellen werde, wenn es sich im Flusse befindet, und wohl noch früher.

Das reine *Platin* No. 1 finden wir in dieser Tafel unverändert an derselben Stelle, welche es in der

Reihe § 31 (S. 17) eingenommen hatte. Die *Platinaforten* No. 3 und No. 4 dagegen, deren tieferer Stand in der Reihe, bei den ersten Versuchen, fremdartigen Beimischungen zugeschrieben wurde, sehen wir hier, nach stärkerer Erhitzung des einen Berührungspunktes derselben, mit allen zwischen den äußersten Gränzen jener Platinaforten der ersten Tafel befindlichen Metallen, über diese zu der reinen Platina hinaufgerückt, gleichsam als ob die Platina in jenen Legirungen No. 3 und No. 4 erst in höherer Temperatur vorwirkend würde und als ob vorher die Beimischungen oder die mit fremdartigen Theilen vermischte Platina (als einfacher Körper angesehen) das Uebergewicht gehabt und die magnetische Polarisation bestimmt hätte.

Ferner findet sich der *Stahl*, welcher rothglühend war, sogar über Kupfer No. 0 und Messing No. 1 hinaufgerückt und auch weiches Stabeisen \*) an derselben Stelle zwischen Zinn und Messing No. 1. Dem vermehrten Gehalt an Kohlenstoff im Stahl und Eisen, ihnen zugeführt aus der zur Erwärmung angewandten

\*) Am Stabeisen hat Hr. Cumming, Professor zu Dublin, welcher meine thermomagnetischen Versuche seinerseits weiter verfolgt hat, zuerst ein doppeltes Verhalten gegen Zink, Silber, Kupfer, Gold und Messing, je nachdem eine stärkere oder schwächere Hitze angewendet wird, wahrgenommen. Das Kupfer von Hrn. Cumming scheint unserem Kupfer No. 2 gleich zu seyn; dann aber ist das Gold von Hrn. C. nicht chemisch reines, sondern den oben in der Tafel § 42 mit k bezeichneten Goldstücken ähnliches gewesen. Hrn. Cummings Versuche und Beobachtungen findet man in den *Annals of Philosophy* No. 23, September und November. [Da die Versuche des Hrn. C. weit unvollständiger sind als die unsers Hrn. Verfassers, so halte ich es nicht für nöthig, sie hier einzuschalten. (P.)]

Weingeistflamme, mag wohl vorzüglich die veränderte Stellung derselben gegen die vom *Zink* bis zum *Messing* No. 1 in Tafel S. 265 genannten Metalle zuzuschreiben seyn. Jener Kohlenstoff kann aber nur schwach mit dem Eisen und Stahl verbunden seyn, da beide bei abnehmender Hitze wieder in ihre ersten Stellen unter den Zink zurücktreten. Diese Erscheinung stimmt mit den in § 43 angeführten Thatfachen wohl überein. — Ueber *Zinn* und *Blei*, welche sich in Tiegeln im glühenden Fluß befanden, erhoben sich weder das *Eisen* noch der *Stahl*, vielleicht nur deshalb nicht, weil hier kein Zuwachs von Kohlenstoff in denselben Statt fand.

Außerdem nehmen in der letzten Tafel noch *Silber* und *Zink* eine andere Stelle ein, wie in § 31. Das Zink, schlesisches, wie es hier im Handel vorkommt, finden wir hier nach stärkerer Erhitzung zwischen Kapellen-Silber und reinem Golde. Wurde ein die Boussole umschließender, halb aus diesem *Zink* und halb aus feinem *Silber* bestehender Bogen mit fließendem und bis zum Glühen erhitzten Zink geschlossen, so erfolgte, wenn das den unteren Theil des Bogens bildende Silber, in das, in Süden stehende, fließende Metall zuerst und der Zinkstreifen zuletzt eingetaucht wurde, eine *östliche* Declination von ungefähr 40° Bewegung und ungefähr 15° festen Stand der Magnetnadel, woraus sich der in der letzten Tabelle angegebene Stand des Zinkes ergibt. Wurde dagegen der Zinkstreifen *zuerst* und der Silberstreifen *zuletzt* in das glühende Zink getaucht, so erfolgte zuerst eine *westliche* Declination, die aber, wenn der Kreis geschlossen blieb, bald in eine *östliche* überging, und *östlich* blieb, so

lange das fließende Metall rothglühend war. Hatte die *westliche* Declination  $15^{\circ} - 20^{\circ}$  Bewegung der Nadel betragen, so war die nachher folgende stehende *östliche* Declination  $7^{\circ} - 8^{\circ}$ . Nur so lange das Zink glühte, fand in dieser Lage der Glieder des Kreises eine östliche Declination Statt; wie das Zink aber kälter wurde, so erfolgte immer nur westliche Declination, nicht bloß, wenn der *Zinkstreifen*, sondern auch wenn der *Silberstreifen* zuerst in das fließende Metall eingetaucht wurde, übereinstimmend mit den früheren Beobachtungen, denen zufolge *Silber* über *Zink* in der Reihe § 31 gesetzt worden war.

*Zink* glühend und selbst *brennend*, mit Kupfer No. 2 desgleichen mit *Gold* No. 3 zum Kreise verbunden, blieb unverändert unter diesen Metallen stehen.

*Wismuth* und *Antimon* behaupteten auch nach Erhitzung bis zum Glühen ihre ersten Stellen an den äußersten Enden der Reihe, ja sie wurden dann viel stärker magnetisch als in niederen Temperaturgraden, *glühendes Wismuth* in der Verbindung mit *Platin* No. 1 und *Antimon* in der Verbindung mit glühendem und brennendem *Zink*.

Von den leichtflüssigen Metallen waren in Thontiegeln bis zum Glühen erhitzt worden:

<i>Blei</i>	[in den Kreisen mit Kupfer No. 0, Platin No. 1, Eisen und Zinn.
<i>Zinn</i>	- - - Kupfer No. 0, Platin No. 1, Eisen, Stahl und Blei.
<i>Zink</i>	- - - Kupfer No. 2, Silber, Gold No. 2, Blei, Zinn und Antimon.
<i>Antimon</i>	- - - Platin No. 1.
<i>Wismuth</i>	- - - Platin No. 1.
<i>Messing</i>	- - - Kupfer No. 0.

In allen übrigen in letzterer Tabelle angeführten Versuchen waren die Metallstangen und Blechstreifen mit messingenen Schraubenzwingen (doch getrennt von diesen durch Porzellanscheibchen) an einander befestigt und über einer doppelten Weingeisflampe erhitzt worden.

Eine Erscheinung verdient noch angeführt zu werden, welche an einigen zweigliedrigen Kreisen der letzten Art mehrmals wahrgenommen wurde. In Kreisen von *Kupfer* mit Antimon oder von *Kupfer* mit *Zink* wurde nämlich bei schneller, starker Erhitzung des einen Berührungspunktes von Zeit zu Zeit ein Klang gehört, wobei jedes Mal die *Magnetnadel*, deren Bewegung etwas gestockt hatte, plötzlich weiter rückte und von dem erreichten Stande nicht wieder zurückkehrte. Auch bei der Abnahme der Declination, nach ausgelöschten Lampen, glaubte ich einige Mal eine solche plötzliche Beschleunigung in der nun rückgängigen Bewegung der *Magnetnadel* bemerkt zu haben. Selbst anhaltende *Töne* wurden in einem jener zweigliedrigen Kreise gehört, namentlich in Kreisen von Messing und *Zinn*, desgleichen von *Messing* und *Blei*, wo sogar Doppeltöne, ein sehr tiefer und ein hoher, beide schwach, doch sehr deutlich zu hören waren. Die magnetische Polarisation in diesen beiden Kreisen war dabei sehr schwach; die Declination der *Magnetnadel* innerhalb derselben betrug nicht  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Grad.

49. Sobald gefunden war, daß eine magnetische Polarität nicht nur in *einfachen Metallbogen* (§. 45), sondern auch in scheinbar homogenen, *gegossenen Metallringen* (§. 46) hervortreten könne, so ließe sich

wohl erwarten, daß auch in *einfachen, geraden Metallstangen* und in *Scheiben* u. s. w. eine magnetische Polarität bei eintretender Temperaturdifferenz zu entdecken sey. — Die Erfahrung bestätigte dies, doch waren es nur die spröden, sich durch leichte KrySTALLISIRBARKEIT auszeichnenden leichtflüssigen Metalle und einige Alliagen, welche in der oben erwähnten Form eine deutliche obwohl schwache magnetische Polarität zeigten \*).

Die ersten Versuche wurden mit viereckigen Stangen von *Antimon* von 6" Länge und 5''' Dicke im Geviert oder von 10" Länge und 0",5 Dicke angestellt. An den meisten derselben waren schwache magnetische Pole wahrzunehmen, wenn das eine Ende derselben, *a* und *β* Fig. 3 Taf. V, allein erwärmt worden war, und zwar lagen die Pole entweder an zwei einander gegenüber liegenden Seitenflächen oder noch häufiger an den entgegengesetzten Kanten der Stange. War z. B. das Ende *a* erwärmt worden, so lag an mehreren Antimonstangen der *s* Pol in *a'* und der *n* Pol in *b'* (Fig. 3 u. 4 Taf. V); die Kanten *c'* und *d'* verhielten sich der magnetischen Mitte der gewöhnlichen Magnetstäbe gleich.

Diese Stangen waren aber nicht der ganzen Länge nach polar, nicht *s* Pol von *a'* bis *a''*, und *n* Pol von *b'* bis *b''* (Fig. 3 Taf. V), sondern der durch Erwärmung von *a* polar gewordene Theil erstreckte sich nur auf einen kleinen Raum, an einer zehnzölligen

\*) Alle in diesem und dem folgenden Paragraph vorkommenden Versuche zu Beobachtungen sind d. K. Akad. am 25. Oct. 1821 vorgelegt.



Stange auch bei plötzlicher und ziemlich starker Erhitzung, nicht bis über ihre Mitte  $ab$  hinaus. Das Ende  $\beta$ , welches weder erwärmt noch erkältet worden war, zeigte keine Wirkung auf die Magnetsnadel.

Der Magnetismus war immer in dem ersten Moment nach der Erwärmung des Endes der Stange am stärksten, nahm aber sehr bald ab, wie sich die Wärme in demselben weiter ausbreitete. An den kalten Metallstäben, eben so wie an den der Länge nach gleichförmig erwärmten, war keine Spur von Polarität zu entdecken. Es war übrigens auch hier gleich, wie die Stangen erwärmt wurden, ob über Lampen oder auf heißen Bolzen.

In der Lage und Stärke der Pole stimmen selten zwei Metallstangen mit einander überein, und auch in der Polarisation einer und derselben Stange findet man nach alleiniger Erwärmung jeder derselben eine beträchtliche Verschiedenheit.

Tritt an einer Stange von Antimon, bei Erwärmung des Endes  $\alpha$  der  $s$  Pol in  $a'$  und der  $n$  Pol in  $b'$  (Fig. 3) hervor, so kann nach alleiniger Erwärmung des Endes  $\beta$  gleichfalls an der Kante  $a''$  der  $s$  Pol und in  $b''$  der  $n$  Pol liegen. An einer andern Stange von Antimon, welche sich der vorigen am Ende  $\alpha$  gleich verhält, findet man dagegen, bei Erwärmung des Endes  $\beta$ , den  $n$  Pol in  $a''$  und den  $s$  Pol in  $b''$  (Fig. 3 u. 4); und an einer dritten Stange desselben Antimons, welche sich den beiden vorhergehenden in  $\alpha$  gleich verhält, kann man am Ende  $\beta$  den  $n$  Pol in  $c''$  und den  $s$  Pol in  $d''$  (Fig. 3) oder umgekehrt finden, oder auch an zwei einander gegenüber liegenden Seitenflächen; ja es kann die magnetische Polari-

sation nach Erwärmung von  $\beta$  so schwach seyn, daß kaum eine Wirkung derselben auf die Magnetnadel wahrzunehmen ist, während die Polarität nach Erwärmung des Endes  $\alpha$  sehr deutlich gewesen war. Manche Antimonstangen werden auch, welches Ende man *allein* erwärmen mag, immer nur höchst schwach, kaum merklich polar.

Werden die beiden Enden der Stange  $\alpha$  und  $\beta$  zugleich erwärmt und bleibt die Mitte derselben kalt, so findet man  $\alpha$  und  $\beta$  eben so polarisirt, wie vorher, da sie einzeln erwärmt worden waren.

Werden die Stangen in der Mitte (*abcd* Fig. 3) *allein* erwärmt und bleiben die beiden Enden kalt, so zeigt sich abermals eine magnetische Polarität, und zwar eine doppelte, die eben so, wie die vorhin beschriebene, am stärksten ist in der Nähe der erwärmten Stellen, und abnimmt nach den Enden  $\alpha$  und  $\beta$  zu. Die Pole haben in den verschiedenen Stangen auch verschiedene Lagen. An denjenigen Antimonstangen, welche als die *regelmäßigsten* anzusehen war (eine Benennung, die weiter unten gerechtfertigt werden wird), wurden, nach Erwärmung der Mitte *abcd* Fig. 3 *links* von  $a$  ein  $n$  Pol und links von  $b$  ein  $s$  Pol, — dagegen rechts von  $a$  ein  $s$  Pol und rechts von  $b$  ein  $n$  Pol gefunden (Fig. 4).

Wenn eine Stange von *Antimon* gleichförmig erhitzt worden (was am besten auf einem heißen Bolzen geschieht), so sind an ihr keine Pole zu entdecken. Sobald aber ein Theil jener Stangen plötzlich abgekühlt wird, treten neue Pole hervor, die denen bei partieller Erwärmung desselben Theiles der Stange entstandenen entgegengesetzt sind. Hatte z. B. eine An-

timonstange nach Erwärmung des Endes  $\alpha$  (Fig. 5 Taf. V) den  $s$  Pol in  $a'$ , den  $n$  Pol in  $b'$ , so liegt an derselben Stange, nachdem sie gleichförmig erwärmt und in  $\alpha$  abgekühlt worden, der  $n$  Pol in  $a'$  und der  $s$  Pol in  $b'$ . Das Nämliche gilt für jedes Ende der Stangen, und überhaupt für alle einer magnetischen Polarisation fähigen geraden Metallstangen, wie verschieden auch die Lage der Pole an beiden Enden, der Mitte u. s. w. seyn mag. Die Abkühlung der heißen Stangen kann im *Wasser* oder *Weingeist* geschehen, der Erfolg bleibt immer derselbe; auch läßt sie so wenig wie die partielle oder totale Erwärmung der Stangen eine bleibende Veränderung in denselben zurück. Nach jeder neuen Erwärmung findet man die Pole an denselben Stellen und in gleicher Stärke, wie bei der ersten Erwärmung und vor der plötzlichen Abkühlung. Ist das Ende  $\alpha$  durch Abkühlung polar geworden, so wird  $\beta$ , welches nicht abgekühlt worden, bis zur Mitte der Stange unpolar gefunden, analog dem Verhalten der kalten und bloß in  $\alpha$  erwärmten Stange am Ende  $\beta$ .

Der Magnetismus hält sich in den *einfachen* geraden Metallstangen von der angegebenen Dicke länger als in dünnen Stangen, die übrigen Dimensionen gleich gesetzt. — Nach dem Zerbrechen einiger der wirksamsten *Antimonstäbe* fand sich, daß diese oder die Enden derselben, welche eine stärkere magnetische Polarität bei partieller Erwärmung gezeigt hatten, *strahlen-* oder *sternförmig* gegen den Mittelpunkt zu krySTALLISIRT waren. Nur in wenigen der feinkörnig krySTALLISIRTEN Stücke war die Polarisation jenen in der Stärke gleich, in den meisten schwächer, und dieje-

nigen, welche bei der Erwärmung am schwächsten polar gefunden wurden, waren alle ohne Ausnahme feinkörnig krySTALLIN.

Da die meisten jener Stangen aus *Antimon*, wie es im Handel vorkommt, bestanden, dieses aber ein wenig Eisen enthält, so wurde versucht, ob jene Stangen durch Streichen mit starken Magnetstäben eine Polarität annehmen. Dies erfolgte aber nicht; ja selbst Bruchstücke von Antimonstäben, die durch Temperaturveränderung leicht magnetisch wurden, folgten nicht einmal dem Magnet, als sie in Papierschälchen auf Wasser oder Quecksilber schwammen. Stangen von *reinem* Antimon, doch gegossen in eisenen Formen verhielten sich denen von *künstlichen* Antimon gleich.

Stangen von *Wismuth* verhielten sich ganz denen von *Antimon* gleich, aber an *einfachen geraden* Stangen von *reinem Platin*, *feinem Silber* (Brandfilber), *Messing* und geschmiedetem *Kupfer* war keine deutliche Polarisation, weder bei Erwärmung, noch bei Abkühlung eines Endes derselben, zu bemerken. Nur an einer einzelnen gegossenen Kupferstange zeigte sich ein höchst schwacher Magnetismus, doch keine regulären Pole. Eine gegossene *Zinkstange* bewirkte, nach Erwärmung ihres einen Endes, eine schwache, doch deutliche Bewegung der Magnetnadel und hatte bestimmte Pole.

Beträchtlicher war die magnetische Polarisation einiger Alliagen, namentlich der aus *Wismuth* mit *Kupfer*, und aus *Wismuth* mit *Antimon* gebildeten. Die *ersteren* wurden in allen drei in §. 40 angeführten Verhältnissen, bei Erwärmung der Enden, stark

magnetisch, die letzteren wurden *schwächer*, doch immer deutlich polar. Die Alliagen von *Antimon* und Zink wirkten unter gleichen Umständen *stark* auf die Magnetnadel, die von *Antimon* mit *Kupfer* hingegen *schwach*.

In allen diesen Stangen kann nur dadurch eine Polarität bei partieller Erwärmung oder Abkühlung erfolgen, daß die oberhalb oder unterhalb der Pole gelegenen Theile der Stangen von verschiedener Beschaffenheit sind (im Mischungsverhältnisse, der Dichtigkeit, Härte, Wärmeleitung). Es unterscheiden sich also diese geraden oder einfachen Metallstäbe nur darin von den oben §. 46 angeführten gegossenen Ringen von *Antimon* und Wismuth, daß in jenen die beiden heterogenen Hälften unmittelbar ihrer ganzen Länge nach, in den Ringen aber nur die Enden mit einander in Berührung stehen. Wenn nun die schwache sich im Guß jener Metalle und Metallmischungen bildende Heterogenität diesen schon das Vermögen zur magnetischen Polarisation ertheilen konnte, so war von Apparaten, in welchen *zwei verschiedene Metalle* der ganzen Länge nach durch Schmelzung mit einander verbunden werden, eine beträchtlich stärkere Wirkung zu erwarten.

In dieser Beziehung wurden mehrere zweigliedrige gerade Metallstangen gefertigt, namentlich aus Wismuth mit Antimon, aus Glockengut mit Antimon, aus Kupfer mit Antimon, und aus Zink mit Antimon, in welchen je zwei der genannten Metalle der ganzen Länge nach durch Schmelzung (nicht durch Löthung) mit einander verbunden waren (Fig. 5 Taf. V). Die magnetische Polarität in diesen Stäben

verhielt sich, nach partieller Erwärmung der Enden oder der Mitten derselben, genau so wie an den zuletzt erwähnten, ihnen ähnlichen *einfachen* Metallstäben, welche sie nur in der Stärke der Polarität übertrafen, nicht aber bedeutend in der Ausdehnung des bei der Erwärmung polarisirten Theils. In Fig. 5 ist die Lage der Pole an einem aus *Kupfer* und *Antimon* zusammengesetzten Stabe angegeben, welche nach Erwärmung der Enden  $\alpha$  und  $\beta$  erscheinen, wenn die Mitte kalt ist, woraus zugleich zu ersehen, daß sich hier eben sowohl wie bei der Erwärmung der Mitte des Stabes, während die Enden desselben die gewöhnliche Temperatur behalten, Doppelmagnete bilden, wie oben beschrieben und Fig. 4 abgebildet worden. Giebt man der *zweigliedrigen* Stange Fig. 5 die Stellung, daß der heiße Berührungspunkt (z. B. das Ende  $\alpha$ ) sich *unten* befindet, während der *n* Pol derselben gegen Norden gerichtet ist, so findet man auch hier das in unserer magnetischen Reihe (§. 31 S. 17) tieferstehende Metall in *W*, das andere in *O*; also genau so wie in den zweigliedrigen Kreisen, von welchen sich die *zweigliedrigen* Stäbe nur durch schwächere Action unterscheiden.)

Aus diesem für alle Arten von einfachen oder *zweigliedrigen Kreisen* und *geraden Metallstangen* geltenden Polarisationsgesetze ergiebt sich also, daß jede Abweichung der Lage der magnetischen Pole von der Fig. 4 und Fig. 5 angeführten regelmäßigen Vertheilung derselben, als eine sichere Anzeige von einer Ungleichheit in der Lage der heterogenen Theile des Apparates anzusehen sey. Würde z. B. an der einfachen Metallstange Fig. 3 bei Erwärmung von  $\alpha$  der

$s$  Pol in  $a'$ , der  $n$  Pol in  $b'$ , bei Erwärmung von  $\beta$  der  $s$  Pol in  $c''$  und der  $n$  Pol in  $d''$  gefunden, so folgt daraus, daß die heterogenen Theile an beiden Enden der Stange sich in der unregelmäßigen Lage befinden, daß am Ende  $\alpha$  das *westliche* Metall *oben*, das *östliche* *unten*, am Ende  $\beta$  aber das *westliche* Metall *vorn* in  $a''a$ , das *östliche* Metall hinten in  $b''b$  liegt \*).

Der aus *Kupfer* und *Antimon*, welcher in der Fig. 5 angegebenen Form ein Transversal-Magnet zu nennen war, wird leicht in einen, den gewöhnlichen

- \*) Auch in den einfachen geraden Stangen wird die zur magnetischen Polarität erforderliche Heterogenität durch eine bei dem Gusse erfolgende *ungleiche* Abkühlung des Metalles erzeugt. An einer Stange von *Antimon*, welche in einer *halb heißen* und *halb kalten* eisernen Form gegossen worden war, wurden bei partieller Erwärmung oder Erkältung deutliche *Pole* gefunden, und zwar an den einander gegenüberliegenden Kanten, wo die kalte und warme Hälfte der Form mit einander in Berührung gewesen waren. Wurde das *obere* Ende der Stange ( $\alpha$  Fig. 3 Taf. V), welches *sternförmig* *krySTALLISIRT* war, *allein erwärmt*, so befand sich, indem der  $s$  Pol desselben in  $a'$ , der  $n$  Pol in  $b'$  lag, der Theil der Stange, welcher in der *heißen Hälfte* der Form erstarrt war, *oben*, der aus der *kalten Hälfte* der Form *unten*;  $c'c$  verhielt sich also als *westliches* und  $d'd$  als *östliches* Metall. Bei Erwärmung des *unteren* Endes  $\beta$ , welches *feinkörnig* *krySTALLISIRT* war, lag der  $s$  Pol gleichfalls an der Kante  $a''$ , der  $n$  Pol in  $b''$ , wenn der in der *heißen Hälfte* der Form erstarrte Theil der Stange sich *oben* befand; hier verhielt sich also  $c''c$  als *östliches* und  $d''d$  als *westliches* Metall.

An einer in *halb heißer* und *halb kalter* eiserner Form gegossenen Stange von Glockengut war, nach Erwärmung der Enden, keine solche magnetische Polarität zu entdecken, wie an jener Stange von *Antimon*.

Magnetstäben ähnlichen Longitudinal - Magnet verwandelt, wie aus Fig. 6 zu ersehen ist, wo die Kupfer - und Antimonplatten der ganzen Länge und Breite nach durch Schmelzung mit einander verbunden sind. In der Stärke und Dauer übertrifft dieser Longitudinal-Magnet Fig. 6, unter übrigens gleichen Umständen, den Transversal - Magnet Fig. 5 bedeutend.

50. Scheiben von *Antimon* oder von *Wismuth* wurden nach Erwärmung einzelner Theile derselben, in nicht minderem Grade magnetisch gefunden, als die einfachen Stangen von diesen Metallen, und zwar um so stärker, je dicker sie waren. Aus der Fig. 7 gegebenen Darstellung (worin *n* einen Nord - und *s* einen Südpol bezeichnet) der Polarisation einer 0",5 dicken Scheibe von *Antimon* ist zu ersehen, daß jeder Theil einer solchen Scheibe, nach Erwärmung jedes der einzelnen Punkte von *A* bis *F* und *D*, völlig in derselben Art polarisirt ist, wie es auch ein Segment der Scheibe gewesen seyn würde, wenn es in der Mitte allein in der Temperatur erhöht worden wäre. Eine so regelmäßige Lage der Pole wie die in Fig. 7 abgebildete Scheibe nach Erwärmung der einzelnen Punkte *A* bis *F* und *D* zeigte, findet man nur selten; gewöhnlich sind an einigen der einander nahe liegenden Punkte zwei gleichnamige Pole einander zugekehrt, wenn auch die Folge der Pole an den übrigen Punkten alternirend ist, wie in Fig. 7. In dieser Scheibe Fig. 7 unterschieden sich einige der erwärmten Punkte nur in der Stärke der Polarität von einander, auch lagen die entgegengesetzten Pole an der oberen und unteren Fläche der Scheibe bald der Kante näher, bald entfernter von derselben.



Eine *hohle*, in *einem* Gufs verfertigte *Kugel* von *Antimon* wurde nach Erwärmung einzelner Stellen gleichfalls magnetisch polar und zwar (analog der oben erwähnten Scheibe) völlig so, wie auch ein Segment der Kugel bei Erwärmung des Mittelpunktes desselben für sich polar geworden wäre, d. h. es zeigten sich dies- und jenseit des erwärmten Punktes *A* an der äußeren Fläche ein *n* und ein *s* Pol. Jeder dieser Pole schien die Hälfte des Segmentes einzunehmen, so daß man in einer Ebene, welche wir die Aequatorialebene der Kugel nennen wollen, diesseits *A* einen *n* Pol und jenseits *A* einen *s* Pol, desgleichen in der die vorige rechtwinklig schneidenden Meridianebene oberhalb *A* einen *n* Pol und unterhalb *A* einen *s* Pol fand. Die Lage der Pole bei Erwärmung anderer Punkte der Kugel wich von der in *A* in manchen Stücken ab. Wäre jedoch die Polarisation an einem zweiten Punkte *B* der von *A* völlig gleich gewesen, so würde in der Aequatorialebene der *n* Pol von *B* dorthin fallen, wo der *s* Pol von *A* lag, der *n* Pol in der Meridianebene aber oberhalb *B* nahe neben den *n* Pol oberhalb *A*, und der *s* Pol unterhalb *B* nahe neben dem *s* Pol unterhalb *A*. Es ist also leicht einzusehen, daß in einer regulären Kugel, in welcher die sämtlichen in der Aequatorialebene liegenden, in der Temperatur erhöhten Punkte einander in der Polarisation gleich wären, die in der Aequatorialebene liegenden Theile der magnetischen Pole einander gegenseitig schwächen, und daß dagegen die in den Meridianebenen liegenden Theile jener Pole einander gegenseitig verstärken müssen, daß also die Polarität in den Meridianebenen schon hierdurch das Uebergewicht über

die in der Aequatorialebene erhält; daß ferner jene in den Meridianebenen *oberhalb* und *unterhalb* der Punkte *ABCD*... liegenden entgegengesetzten Pole noch beträchtlich verstärkt und ausgedehnt würden, wenn die Endpunkte jener Meridiane stark abgekühlt würden, während die Mitten derselben erwärmt werden; daß ferner jede im entgegengesetzten Sinne erfolgende Polarisation eines einzelnen Punktes in der Aequatorialebene die durch die Mehrzahl jener Punkte gesetzte Polarität des ganzen Körpers schwächen muß u. s. w.

51\*. Eine viel stärkere magnetische Polarisation als jene einfache Metallkugel würde eine aus verschiedenen Erdarten, Erzen und Metallen zusammengesetzte Kugel zeigen, wenn die Erze und Metalle einen zusammenhängenden, symmetrisch geordneten Gürtel in derselben bildeten, und von den Berührungspunkten derselben einer um den anderen in der Temperatur erhöht würden. Befänden sich in einer ähnlichen Kugel mehrere einander parallel laufende Erz- und Metallgürtel, so würde die magnetische Polarität dieser Kugel stärker seyn, als die der vorigen von einem einfachen Erz- und Metallgürtel (von gleicher Dicke mit einem der Gürtel in dieser) in einem der größten Kreise durchzogenen Kugel, wenn die Ordnung aller in jenen Parallelzonen gelegenen Metalle und Erze gleichartig wäre, und die Temperatur-Differenz je zweier einander zunächst liegenden Berührungspunkte der in der erstgenannten Kugel gleich wäre. Die magnetische Polarität einer solchen mehrere parallele Erz- und Metallgürtel enthaltenden Kugel kann aber *schwächer* seyn, als die der Kugel mit einfachem Gürtel, wenn entweder die Ordnung der Metalle und Erze in einer beträchtlichen Zahl von Gliedern in jenen Gürteln der Ordnung in den übrigen entgegengesetzt, und die Temperatur-Verschiedenheit der alternirenden Berührungspunkte in allen jenen Gürteln gleich wäre, — oder wenn die Ordnung der Metalle und Erze in allen jenen Gürteln zwar gleich, aber die Folge und Ordnung vieler der heißen und kalten Berührungspunkte unsym-

metrisch wäre; da in beiden Fällen ein Theil der Gliederpaare die durch die übrigen gesetzte magnetische Polarität aufheben würde.

Als eine solche, von Erz- und Metallgängen durchzogene Kugel, kann die Erdkugel, welche wir bewohnen, angesehen werden. Ueberall, wo nur Differenz der Temperatur an den Berührungspunkten der mit einander zusammenhängenden Erz- und Metallgänge Statt findet, wird Magnetismus hervorgerufen werden, welcher um so stärker seyn muß, je größer die Zahl der in gleichem Sinne wirkenden Gänge und je größer das Volumen derselben ist. Die in der Temperatur erhöhten Berührungspunkte werden dort liegen, wo die atmosphärische Luft zum Innern der Erdrinde bis auf beträchtliche Tiefen hinab Zutritt hat, also an den Orten, wo sich Vulkane befinden oder in der Nähe derselben. Die kalten Berührungspunkte jener Erz- und Metallgänge wird man aber dort zu suchen haben, wo die Luft direct keinen Zutritt hat; und an solchen Punkten wird es ohne Zweifel im Innern der Erdrinde auch nicht fehlen. Wodurch auch der chemische Proceß, welcher die Vulkane erzeugt, eingeleitet werde, so wird doch der Zutritt der atmosphärischen Luft denselben befördern, und so wird er auch die etwa durch Einwirkung des Wassers auf Erze oder Metalle schon begonnene Temperaturerhöhung beträchtlich steigern, wie analoge in unsern Laboratorien vorkommende Erscheinungen erwarten lassen.

Es ist, wie leicht einzusehen, eben nicht eine unerläßliche Forderung, daß die Temperaturerhöhung durch Einwirkung der atmosphärischen Luft den Berührungspunkt zweier verschiedenen Erze und Metalle unmittelbar treffe; eine magnetische Polarisation wird auch dann entschieden Statt finden, wenn der mit dem Vulkan zusammenhängende Theil des Metall- und Erzganges sich in der Nähe des Berührungspunktes desselben mit einem andern Metall oder Erze befindet, und wenn der nächstfolgende Berührungspunkt derselben in der Temperatur bedeutend tiefer steht.

Die beiden großen Herde unterirdischen Feuers in der Nähe des Erdäquators, die von *Mexiko*, *Guatemala* und *Quito*, — desgleichen die von den *Sundainseln*, den *Molukken* und *Philippinen* an der andern Seite des stillen Meeres, würden, durch Gänge von Metallen und Erzen mit einander zusammenhängend, in Ver-

bindung mit der Thätigkeit an den zwischen ihnen liegenden kälteren Berührungspunkten jener Erze und Metalle, für sich schon der Erde eine magnetische Polarität geben, welche eine entschiedene Wirkung auf die Declinations- und Inclinationsnadeln, wenn auch eine in manchen Stücken von der, welche wir jetzt auf der Erde finden, abweichende hervorbringen würde.

Die durch diese in der Temperatur verschiedenen Berührungspunkte der in der Aequatorialzone gelegenen Erz- und Metallgänge gesetzte Polarität der Erde würde noch beträchtlich *verstärkt* werden, wenn die übrigen zu beiden Seiten des stillen Meeres liegenden, zum Theil meridianartig auf dem magnetischen Aequator stehenden und die geographischen Meridiane unter kleinen Winkeln durchschneidenden Reihen-Vulkane, nämlich die von *Patagonien*, *Chili*, *Peru*, *Neu-Norfolk*, vielleicht auch die von jenen in der Richtung verschiedenen der Halbinsel *Alaschka* und der *Alutischen Inseln*, — desgleichen die in der *West-Australischen* Reihe, den *Marianen-Inseln*, den *Japanischen* und *Kurilischen Inseln* und in *Kamtschatka*, gleichartig mit den beiden angeführten Herden unterirdischen Feuers in der Nähe der Aequatorialzone wirkten, indem die Ordnung der Metalle und Erze in jenen Parallelkreisen mit der in dieser Zone übereinstimmte. — Mögen diese Metall- und Erzgänge auch vielfach untereinander anastomosiren, ja mögen einzelne Theile jener oben als zusammenhängend angenommenen Erz- und Metallgürtel auch immerhin stellenweise unterbrochen seyn, und durch die unter oder über ihnen liegenden Gürtel ergänzt und in Zusammenhang mit entfernter liegenden Theilen derselben Zone gebracht werden, kurz, mögen diese Erz- und Metalladern vollkommen netzartig die Erdrinde durchziehen, so wird die magnetische Polarität des ganzen Erdkörpers durch die vermehrte Zahl der meridianartig vertheilten und in gleichem Sinne wirkenden, in der Temperatur verschiedenen Berührungspunkte immer beträchtlich verstärkt werden.

Manche jener durch Vulkane bezeichneten heißen Berührungspunkte der Erze und Metalle mögen immerhin im entgegengesetzten Sinne wirken, dem Erdkörper bleibt stets eine magnetische Polarität, wofern nur die Mehrzahl der Berührungspunkte in gleichem Sinne wirkt.

Noch eine dritte Reihe von meridianartig auf unserer Erde vertheilten Vulkanen könnte sich den beiden erstgenannten, das stille Meer einfassenden Vulkanzügen gleichwirkend verhalten, nämlich die Vulkane von *Island*, den *Azorischen*, *Canarischen*, *Cap Verdischen Inseln*, der *Insel Ascension* (\* bis zur Insel *Marquis de Travers* und dem *Sandwichlande* herab). — Ein unmittelbarer Zusammenhang dieser Vulkane mit einander von Norden nach Süden ist zu dieser Wirkung nicht erforderlich; jeder derselben kann für sich auf einen besonderen Theil der Erz- und Metallgürtel wirken, so wie denn auch die Reihen-Vulkane in den erstgenannten beiden, das stille Meer einfassenden Zügen diesen Central-Vulkanen darin vollkommen gleichen möchten, daß die Herde derselben auch auf einen von den übrigen getrennten Raum beschränkt sind, welcher bei den ersteren vielleicht nur größer als bei den letzteren ist; wie es denn z. B. von dem Herde der Reihen-Vulkane in Mexico, welcher den Continent in einer Länge von 105 geographischen Meilen von *OgS* nach *WgN* durchschneidet, desgleichen vielleicht von den Aleutischen Inseln u. s. w. gilt, welche die Central-Vulkane wenigstens in *einer* Dimension übertreffen, ohne dadurch in ihrem Werthe als einfache Erregungspunkte des Magnetismus der Erde sich von den Central-Vulkanen zu unterscheiden. — Erstreckte sich der Herd von einem oder dem andern jener Reihen-Vulkane auf mehrere hundert Meilen von Norden gegen Süden, so könnte wohl mehr als *ein* Erz- und Metallgang mit demselben verbunden seyn; es zählen aber dann alle diese Gänge zusammen, in Beziehung auf die magnetische Polarisation des ganzen Erdkörpers, nur als ein einfaches Glied.

Wären nun jene drei den magnetischen Aequator meridianartig durchschneidenden Vulkanzüge gleichwirkend, so würde also die Mehrzahl der die magnetischen Erdpole setzenden Erz- und Metallgürtel *sechsgliedrig* seyn, und es würden zwischen jenen drei heißen Berührungspunkten drei kalte liegen müssen. Jene Gürtel können aber wohl theilweise durch die übrigen Vulkane, wie z. B. durch die der *Sandwichinseln*, desgleichen der *Marquosat*-, *Gesellschafts*- und *Freundschaftsinseln*, so wie auch durch die *Vulkane im Mittelmeere*, an *Arabien's Küste* und auf der *Insel Bourbon* in noch mehrere Glieder getheilt seyn, und auch wohl in fol-

che, die auf die magnetische Totalkraft der Erde schwächend einwirken, wie diels z. B. durch die Vulkanherde der *Gesellschafts- und Freundschaftsinseln* und einiger andern Inselgruppen bis zu den *neuen Hebriden* hin, desgleichen auch durch die der *Galapagosinseln* oder der *Antillen*, so wie durch die *Vulkane im mittelländischen Meere* u. s. w. geschehen könnte.

Die Lage der verschiedenen Glieder in den Erz- und Metallgürteln betreffend ist zu bemerken, daß in allen die magnetischen Erdpole ( $+M$  in Norden und  $-M$  in Süden) setzenden Gürteln dasjenige Erz oder Metall, welches bei dem hohen Temperaturgrade, dem es am heißen Punkte im Innern der Erde ausgesetzt ist, in unserer magnetischen Reihe die *höhere* Stelle einnimmt, am *heissen Berührungspunkte* in *Osten*, das in jener Reihe *tiefer* stehende in *Westen* liegt.

Die großen periodischen Veränderungen in der magnetischen Polarität der Metalle sind also eine Folge von Aenderungen der Verhältnisse der jene Polarität erregenden, in der Temperatur verschiedenen Punkte im Innern der Erde, und der daraus hervorgehenden Aenderungen in der magnetischen Polarisation der netzartig mit einander verbundenen Erz- und Metallgürtel. Die regelmäßige Fortschreitung der als magnetische Achse des ganzen Erdkörpers zu betrachtenden Linie während eines größeren Zeitraums kann nur bei einer gleichzeitig und in einer bestimmten Richtung Statt findenden Aenderung in dem Verhalten der Mehrzahl jener Punkte gegen einander, und wohl vorzüglich bei der Aenderung der nach gleicher Richtung sich fortpflanzenden Entzündungen oder sich weiter ausdehnenden Feuerherde eintreten. Der scheinbar so unregelmäßige Uebergang des Systems von Linien gleicher Declination innerhalb eines Zeitraums von hundert bis hundert und fünfzig Jahren wird nun minder paradox erscheinen, wenn man erwägt, daß in jenen größtentheils isolirt liegenden Feuerherden die Thätigkeit nicht immer gleich stark seyn mag, und daß manche derselben nur mit verhältnißmäßig schwachen Erz- und Metallgängen in Verbindung stehen mögen, oder mit Gängen, welche der Erdoberfläche nahe liegen, wodurch denn wohl locale, und nur auf kleinere Räume beschränkte Aenderungen in den Declinationscurven eintreten können.

Auch die merkwürdige Erscheinung, daß einzelne Linien der gleichen Declination unverändert blieben, während die übrigen sich in der Form beträchtlich veränderten, und daß an den Orten, welche unter jenen Linien liegen, selbst in dem beträchtlichen Zeitraum von hundert und fünfzig Jahren die Declination unverändert dieselbe blieb, wie namentlich in Jamaika, St. Catharina, an der Ostseite der Insel Madagascar, und in Cairo von 1675 bis 1789, besteht vollkommen mit den aus dem Zusammenhange des Erdmagnetismus in der hier angegebenen Form sich ergebenden Gesetzen, wie umständlicher an einem andern Orte nachgewiesen werden soll.

Die Lage des magnetischen Aequators gegen den geographischen Aequator der Erde zeigt an, daß die Mitte der den Erdkörper durchziehenden grösseren Erz- und Metallgürtel in der Nähe des letzteren liegt, und daß der gröfste dieser magnetischen Erdpole setzenden Gürtel sich zum Theil nördlich, zum Theil südlich durch den Erdäquator hinzieht; und der Parallelismus der übrigen Curven, in welchen die Inclination der Magnetnadel gleich grofs ist mit jenem magnetischen Aequator, spricht für die parallele Lage auch der übrigen, zur Erzeugung der magnetischen Erdpole mitwirkenden Erz- und Metallgürtel.

Die aus Herrn v. Humboldt's Untersuchungen sich ergebende Zunahme der Kraft des Erdmagnetismus vom magnetischen Aequator gegen die Pole zu, stimmt gleichfalls mit den sämtlichen in dieser Abhandlung, so wie in der Abhandlung über den Magnetismus der galvanischen Kette, in dem vorigen Bande der Denkschriften der Königl. Akademie, angeführten Thatfachen und den aus diesen abgeleiteten Gesetzen über die magnetische Polarisation der aus ein, zwei oder mehr Gliedern zusammengesetzten metallischen Kreise, Cylinder u. s. w. vollkommen überein.

Zu den für ein festes Verhältnifs zwischen dem Erdmagnetismus und Erdvulkanismus sprechenden Thatfachen gehört auch die bei Erdbeben wahrgenommene Veränderung im Stande der Magnetnadel, vornehmlich die von Herrn v. Humboldt entdeckte bleibende Verminderung der Inclination der Magnetnadel bei dem Erdbeben von Cumana im Jahre 1799. Ob man berechtigt sey, auch die Veränderungen, welche bei Nordlichtern, Stürmen, Gewittern und plötzlichen Witterungsveränderungen bisweilen im Stande der

Magnetnadel eintreten, hierzu zu zählen, steht dahin; doch ist es wohl als sehr wahrscheinlich anzusehen, daß diese in unserer Atmosphäre sich ereignenden Erscheinungen nicht bloß auf den äußern Luftkreis der Erde allein beschränkt sind, sondern auch wohl mit den im Innern derselben vorgehenden chemischen Prozessen und deren verschiedenen periodischen Schwankungen in Verbindung stehen. Da nun Veränderungen der Magnetnadel häufig diesen meteorischen Erscheinungen vorhergehen, und *Canton's* Erfahrungen zu Folge die niedrigsten Nordlichter gerade den schwächsten Einfluß auf die Abweichung zeigen, so wird man die Veränderungen der Declination nicht diesen Meteoren selbst zuschreiben können, sondern man wird diese als gleichzeitig mit den magnetischen Veränderungen eintretenden, und also auch von derselben Ursache, welche die letzteren bewirkt, abhängigen Erscheinungen ansehen müssen; was auch noch dadurch bestätigt wird, daß nicht selten Veränderungen der Magnetnadel gleichzeitig mit jenen Meteoren Statt finden, an Orten wo diese selbst nicht wahrzunehmen sind.

Ohne in das Einzelne der übrigen tellurisch-magnetischen Erscheinungen eingehen zu wollen, bemerke ich nur noch, daß selbst diejenigen, bei welchen eine Einwirkung von außen unverkennbar ist, wie z. B. die jährlichen und täglichen Variationen der Declinationsnadeln, eine so mannichfaltig ändernde eigenthümliche Wirkung des Erdkörpers anzuerkennen nöthigen.

Und so sprechen denn alle hier angeführte Thatfachen für die Erzeugung des Erdmagnetismus durch eigene, innere Thätigkeit des Erdkörpers, wo dann die vulkanische Thätigkeit, die mächtigste von allen, nothwendig auch den größten Einfluß ausüben muß.

---



## II.

*Methode die Thermometer zu berichtigen;*

v o m

Hrn. Prof. BESSEL zu Königsberg.

1. Da man sehr selten, nach der Behauptung Einiger sogar nie, genau cylindrische Thermometerröhren findet, so wird es nothwendig, eine Methode zu besitzen, durch welche man entweder aus fehlerhaften Röhren fehlerfreie Thermometer verfertigen, oder die Verbesserungen schon fertiger Thermometer genau bestimmen und dann bei jeder Beobachtung in Rechnung bringen kann. Das *erstere* hat Herr Gay-Lussac geleistet, indem er die Röhre nicht nach der Länge, sondern nach ihrem inneren Raume, und zwar mittelst mehrerer Quecksilberfäden, zuerst in zwei, dann in vier, acht u. s. w. gleiche Theile eintheilte und endlich die Scale so auftrug, daß ihre Grade diesen gleichen Theilen des inneren Raums entsprachen. Da aber auf diese Art die Scale ungleichförmig getheilt werden muß, und dieses in der Ausführung schwieriger ist als die gleichförmige Theilung, auch bei der Verbindung der Röhre mit der Scale neue Fehler entstehen können, so schien mir das *zweite*, nämlich eine Berichtigungs-Methode, welche auf jedes Thermometer angewandt werden kann, in sofern es nur die auch bei dem Gebrauche desselben unerläßliche Bedingung erfüllt, daß die Scale oder Röhre nicht plötzliche, sondern allmählig zu- oder abnehmende Unrichtigkeiten

haben, noch wünschenswerther zu seyn. Im Allgemeinen verdienen die Berichtigungen aller Instrumente durch Rechnung einen entschiedenen Vorzug vor den auf mechanischen Mitteln beruhenden; ich glaube sogar, daß die Verfertiger der Instrumente keinesweges verantwortlich sind für Alles, was der Besitzer selbst prüfen, und dessen Verbesserung er selbst in Zahlen bestimmen kann; — wenigstens wird Jeder, der die Ueberzeugung mit mir theilt, daß nur dann *gute* Beobachtungen gelingen können, wenn man dahin gelangt, jeden *möglichen* Fehler des Instruments ganz aus dem Resultate zu entfernen, dem Verfertiger desselben wenig Dank für die Mühe sagen, welche er darauf verwandt hat, eine bestimmbare Verbesserung etwas kleiner zu machen. Dagegen muß aller Fleiß angewandt werden, die Instrumente so einzurichten, daß ihre Prüfung in allen Theilen möglich wird: für ein Thermometer z. B. sind Abweichungen der Röhre von der cylindrischen Form und Unrichtigkeiten in der Bestimmung der festen Punkte unbedeutende Fehler, weil der Besitzer sie in Rechnung bringen kann; sprungweise Unregelmäßigkeiten der Scale, — nicht ganz unter der Röhre durchgezogene Theilstriche, welche der Genauigkeit der Ablefung nachtheilig, — Scaalen von Elfenbein, welche hygrometrisch sind, — dieses sind bedeutende Fehler, indem sie sich der genauen Berichtigung widersetzen. — Eine Methode, die Fehler der Thermometer in Zahlen zu bestimmen, suchte ich im Jahre 1820, da es nothwendig wurde, die Temperaturen, bei welchen die astronomischen Beobachtungen angestellt wurden, genau zu kennen; ich habe dieselbe in der VII. Abtheilung der Tagebücher der

Sternwarte beschrieben, erfülle aber jetzt den Wunsch einiger Freunde, sie ausführlicher, und auch denen mitzutheilen, welchen jenes Werk nicht zu Gesicht kommen möchte.

2. Die Berichtigung des Thermometers zerfällt in zwei Theile, deren Absonderung zweckmässig ist. Zuerst muß für jeden Grad  $x$  der Scale eine Verbesserung bestimmt werden, welche ich durch  $\varphi x$  bezeichne, so daß gleiche Aenderungen, nicht von  $x$ , sondern von  $x + \varphi x$ , zu gleichen Aenderungen des inneren Raums der Röhre gehören. Dann müssen der Eis- und Siedepunkt bestimmt werden, deren Ort auf der Scale ich durch  $e$  und  $s$  bezeichne; diese Bestimmungen ergeben den wahren Fahrenheit'schen Grad, welcher einem Punkte  $x$  der Scale entspricht, nach der Proportion

$$x + \varphi x - (e + \varphi e) : 180 = x + \varphi x - (s + \varphi s) : f - 32$$

oder

$$f = 32 + 180 \cdot \frac{x + \varphi x - (e + \varphi e)}{s + \varphi s - (e + \varphi e)}.$$

Meine Methode setzt voraus, daß man von dem Quecksilberfaden im Thermometer grössere und kleinere Stücke abtrennen und auch wieder damit vereinigen könne. Das erstere habe ich meistens durch Erwärmung der Röhre über der Lichtflamme, an der Stelle, wo der Faden getrennt werden sollte, bewirkt; die Wiedervereinigung erfolgt bei weiteren Röhren ohne Schwierigkeit durch wiederholtes gelindes Auflossen des Thermometers, ich habe sie aber auch bei sehr engen Röhren, wenn auch weniger schnell, stets erhalten.

3. Unter den verschiedenen Anwendungen der abgetrennten Fäden, wodurch man zu der Bestim-

mung von  $qx$  gelangen kann, bietet sich das fortgesetzte Halbiren des inneren Raums der Röhre zuerst dar. Man trennt z. B. einen Faden ab, welcher sehr nahe die Hälfte des Raums zwischen 0 und  $160^\circ$  ausfüllt, bringt denselben zuerst mit seinem unteren Ende auf 0, dann mit dem oberen auf  $160^\circ$ , und beobachtet in beiden Fällen die Punkte der Scale, wo das entgegengesetzte Ende sich befindet; fallen diese Punkte zusammen, so bezeichnet der Punkt  $a$ , wo dieses Statt findet, die Mitte des Raums von 0 bei  $160^\circ$ ; sind sie aber auch um einige Grade von einander entfernt, so wird die Mitte derselben dennoch den Punkt  $a$  mit hinreichender Genauigkeit angeben. Man hat also  $a + qa = 80^\circ$  oder

$$qa = 80 - a.$$

Nun halbt man durch einen neuen, nahe halb so langen Faden, die Räume zwischen 0 und  $a$ , und zwischen  $a$  und  $160^\circ$ ) und bestimmt dadurch zwei neue Punkte  $b$  und  $b'$ , welche  $\frac{1}{4}$  und  $\frac{3}{4}$  des Raums zwischen 0 und 160 entsprechen, und also

$$qb = 40 - b, \quad qb' = 120 - b'$$

ergeben. Mit demselben Faden, dessen Länge in Hundert und sechszigtheilen des Raums zwischen 0 und 160 ausgedrückt, nun bekannt geworden ist, bestimmt

\*) Da es der Genauigkeit der Beobachtung förderlich ist, daß man den einen Endpunkt des Fadens genau auf einen Strich der Scale stellt, so geht man nicht von  $a$  selbst aus, außer wenn es zufällig genau auf einen Striche fiel, sondern man geht von dem nächstvorhergehenden und dem nächst folgenden Striche aus, und folgert aus beiden den Punkt der Scale, welchen das andere Ende des Fadens eingenommen haben würde, wenn das erste auf  $a$  gebracht worden wäre.

man noch einen dritten Punkt, welcher um diese Fadenlänge über 160 hinausliegt. Eine dritte Halbirung des Fadens (oder, wenn er dadurch zu kurz werden sollte; um sich noch leicht in der Röhre zu bewegen, eine Halbirung von 120°) bestimmt die Punkte, welche  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{5}{8}$ ,  $\frac{7}{8}$ ,  $\frac{9}{8}$  des Raums entsprechen; und so setzt man dieses Verfahren fort; bis man auf hinreichend kleine Theile kömmt, um die Stetigkeit der Verbesserungen annehmen zu können.

Dieses Verfahren ist kein anderes als das von Hrn. Gay-Lussac angegebene, nur auf breits fertige Thermometer angewandt. Dasselbe Verfahren ist auch von dem vortrefflichen, alle seine Arbeiten durch die consequenteste Genauigkeit zierenden *Hällström*, in einer, in Åbo am 25. Juni 1823, unter seinem Praesidio, durch Eduard Bergheim vertheidigten Dissertation \*) vorge-schlagen und ausgeführt worden. Ich habe dagegen, bei den von mir ausgeführten Thermometerberichtigungen, eine andere Anordnung der Versuche gewählt, welche den Vorthail darbietet, daß man jeden Punkt der Scale, durch von einander unabhängige Versuche, so oft bestimmen kann als man für gut findet, wodurch man also den Einfluß der kleinen Able-sungsfehler bis zum Unmerklichen verkleinern kann. Diese Methode, die ich nun beschreiben werde, ist in ihrem Ansehen weniger einfach als das fortgesetzte Halbiren, allein bei der Ausführung habe ich nicht gefunden, daß sie billige Wünsche unbefriedigt ließe.

4. Man trennt zuerst einen sehr langen Faden

\*) Anmärkingar, angående Thermometrars Förfarande och Bruk.

z. B. 150 bis 160° F. ab, bringt das untere Ende desselben successiv auf diejenigen runden Zahlen von Graden am unteren Ende der Scale, für welche man die oben durch  $qx$  bezeichneten Verbesserungen bestimmen will, z. B. von 10 zu 10°, und schreibt jedesmal den Ort des oberen Endes an, so lange als dieser noch nicht den höchsten Punkt der Scale überschreitet. Dann vereinigt man diesen Faden wieder, und nimmt einen zweiten, etwa 10° kürzeren, mit welchem man wie mit dem ersten verfährt. Diese Verkürzung der Fäden und dasselbe Verfahren mit jedem setzt man fort bis zu einem Faden, dessen Länge kleiner ist als die Hälfte der ersten, oder auch noch weiter; — die Länge der einzelnen Fäden ist willkürlich, allein man erlangt desto größere Genauigkeit, je größer ihre Anzahl ist.

Um hiervon ein Beispiel zu geben, an welchem ich auch die Berechnungsart erläutern werde, wähle ich ein von — 40° bis 230° F. getheiltes Thermometer; absichtlich eins, dessen Verbesserungen sich sehr bedeutend ergeben. Dieses Thermometer wurde durch 8 Fäden geprüft, und jede Ablefung wurde zweimal wiederholt, wobei ich noch halbe Zehntel der Grade zu schätzen suchte, aber oft Unterschiede von einem bis anderthalb Zehntel fand. Das Mittel aus beiden Ablefungen ist in folgender Tafel angenommen.

unteres Ende	Oberes Ende der verschiedenen Fäden							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
— 40°	112°,15	101°,65	92°,88	82°,70	67°,70	58°,23	—	—
— 30	123,00	112,58	103,78	93,30	78,25	68,65	56,70	—
— 20	133,78	123,28	114,85	104,18	89,10	79,33	67,05	51,00
— 10	144,75	134,23	125,73	115,33	100,08	90,18	77,85	61,35
0	155,55	145,08	136,35	126,00	110,95	101,03	88,68	71,90
+ 10	166,15	155,80	147,20	136,85	121,68	111,93	99,40	82,60
+ 20	176,95	166,45	158,00	147,60	132,43	122,78	110,30	93,30
+ 30	187,40	177,10	168,70	158,25	143,25	133,60	121,05	104,25
+ 40	198,00	187,73	179,23	169,05	154,03	144,28	131,90	115,15
+ 50	208,70	198,30	189,85	179,70	164,83	155,08	142,78	126,00
+ 60	219,35	208,68	200,23	190,03	175,25	165,55	153,33	136,55
+ 70	229,73	219,28	210,45	200,25	185,30	175,95	163,60	146,95
+ 80	—	229,38	220,80	210,10	195,35	185,73	173,45	156,90
+ 90	—	—	230,70	220,48	205,28	195,65	183,30	166,93
+ 100	—	—	—	230,30	215,20	205,38	193,08	176,65
+ 110	—	—	—	—	225,20	215,30	202,85	186,28
+ 120	—	—	—	—	—	225,30	212,73	196,03
+ 130	—	—	—	—	—	—	222,90	206,20
+ 140	—	—	—	—	—	—	—	216,15
+ 150	—	—	—	—	—	—	—	226,38

5. Man kann leicht übersehen, daß diese Beobachtungen weit mehr als hinreichend sind, um  $gx$  für alle Punkte der Scale zu bestimmen; schon *zwei* Fäden sind hinreichend, wenn nur das obere Ende des kürzeren, in seinem niedrigsten Stande nicht höher hinaufreicht, als das untere Ende des längeren in seinem höchsten Stande. Ich werde dieses an dem Beispiele des I und V Fadens zeigen. Es ist nämlich klar, daß der Raum welcher unten, durch das Hinaufrücken der Fäden, leer wird, und der, welcher sich dadurch oben anfüllt, einander gleich sind; man hat also aus den beiden ersten Beobachtungen des I Fadens

$$[-30^\circ + \varphi(-30)] - [-40^\circ + \varphi(-40)] \\ = [123,00 + \varphi(123,00)] - [112,15 + \varphi(112,15)]$$

oder

$$\varphi(-30) - \varphi(-40) = +0,85 + \varphi(123,00) - \varphi(112,15)$$

und auf dieselbe Art aus der Verbindung jeder zwei auf einander folgenden Beobachtungen des I Fadens,

11 Gleichungen; aus denen des V Fadens 15 Gleichungen; also im Ganzen 26 Gleichungen. Nimmt man nun an, daß man aus den Werthen von  $q, x$  für jeden 10ten Grad der Scale, alle übrigen durch Interpolation finden kann, so erfordert die vollständige Kenntniß der Verbesserungen der Scale, die Bestimmung von

$$\varphi(-40), \varphi(-30) \dots \dots \dots \varphi(220), \varphi(230),$$

welche 28 unbekannte Größen also gefunden werden müssen. Zwei davon können aber willkürlich angenommen werden, indem der Raum, welcher als Einheit dienen soll, durch zwei willkürliche Punkte der Scale bestimmt werden kann. Also bleiben nur 26 unbekannte Größen übrig, durch welche alle in den 26 Gleichungen vorkommenden Verbesserungen ausgedrückt werden können, und die Zahl dieser Gleichungen ist gerade hinreichend zur Bestimmung derselben.

Hätte man statt des V Fadens einen der vorhergehenden mit dem I Faden verbunden, so würde man weniger Gleichungen als unbekannte Größen erhalten haben; hätte man einen der folgenden gewählt, so würde die Zahl der Gleichungen größer geworden seyn als die der unbekannten Größen. In dem ersten Falle wäre daher die Aufgabe unbestimmt geblieben, in dem anderen wäre sie mehr als bestimmt, und man müßte zu ihrer Auflösung die Methode der kleinsten Quadrate anwenden. Durch diese Methode sollte man auch die 26 unbekannten Größen so bestimmen, daß sie *allen*, im vorigen Art. verzeichneten, Beobachtungen so nahe als möglich Genüge leisten; allein diese Anwendung derselben würde so mühsam und zeitraubend seyn, daß kein Rechner sie unternehmen könnte.



Ich werde daher eine andere Rechnungsart angeben, welche etwa zu demselben Ziele führt und sich durch ausgezeichnete Leichtigkeit empfiehlt.

6. Diese Rechnungsart beruht auf der Voraussetzung, daß das arithmetische Mittel aus den Werthen von  $qx$  für *vielen* verschiedenen Punkte in einer Hälfte der Scale näherungsweise eine beständige GröÙe ist, für welche man auch  $o$  annehmen kann, indem es nicht auf die absolute GröÙe, sondern nur auf die Unterschiede der Verbesserungen  $qx$  ankömmt; sie führt durch successive Annäherungen zum Ziele, desto schneller, je mehr sich die Voraussetzung der Wahrheit nähert und je größer die Anzahl der beobachteten Fäden ist.

Wenn man die Längen der verschiedenen Fäden, alle in einem gleichen, obgleich an sich willkürlichen Maasse ausgedrückt, kennt, so giebt die gemachte Voraussetzung offenbar eine näherungsweise Bestimmung von  $qx$  für alle Theile der Scale; denn von jedem Punkte  $x$  reichen die Fäden bis zu *vielen* anderen, und da  $x$ , durch jeden Faden von bekannter Länge, dessen eines Ende mit  $x$  zusammenfällt, durch den Punkt der Scale bestimmt wird, wo das andere Ende sich befindet, so erhält man für jedes  $x$  so viele Bestimmungen als man Fäden hat, und das Mittel aus allen ist, auch wenn man die Verbesserungen der Scale für das andere Ende der Fäden vernachlässigt, der Voraussetzung zufolge, eine Näherung. Man erhält also eine erste Annäherung, wenn man die Punkte in der unteren Hälfte der Scale durch die Punkte in der oberen, und diese wieder durch jene bestimmt. Eine zweite Annäherung erhält man, wenn man die durch die erste ge-

fundenen Werthe von  $q_x$  den Beobachtungen (Art. 4) hinzusetzt, und mit den dadurch veränderten Zahlen der Tafel dieselbe Rechnung wiederholt. Diese Annäherungen kann man, immer auf dieselbe Weise, so oft wiederholen als man will, wird aber, wenn das Thermometer nicht gar zu fehlerhaft ist, oder man die größten Fehler, auf eine unten anzuzeigende Art, vorher ausgleicht, schon bei der zweiten Annäherung auf ein Resultat kommen, welches durch die folgenden nicht mehr erhebliche Verbesserungen erhält.

Dieses Verfahren hat aber die Schwierigkeit, daß man die Fadenlängen, in einem gleichen Maafse ausgedrückt, nicht kennt; ich werde daher an dem zum Beispiele gewählten Thermometer zeigen, wie diese Schwierigkeit beseitigt wird.

7. Ich nehme ein willkührliches Maaf eines der Fäden an, etwa so, wie man es in der oberen Hälfte der Scale findet, z. B. des ersten Fadens =  $159^{\circ},6$ ; die anderen Fäden nehme ich etwa so an, wie sie in derselben Gegend der Röhre erscheinen, füge diesen Annahmen aber noch unbestimmte Verbesserungen  $f^{(2)}$ ,  $f^{(3)}$  u. s. w. hinzu, so daß die wahren Fadenlängen, alle in demselben Maafse ausgedrückt, in welchem der erste  $159^{\circ},6$  mißt, durch

$$I = 159,6$$

$$II = 149,2 + f^{(2)}$$

$$III = 140,5 + f^{(3)}$$

$$IV = 130,3 + f^{(4)}$$

$$V = 115,2 + f^{(5)}$$

$$VI = 105,7 + f^{(6)}$$

$$VII = 93,3 + f^{(7)}$$

$$VIII = 76,6 + f^{(8)}$$

bezeichnet werden.

Durch diese Annahme erhält man 8 Bestimmungen eines jeden Punktes, an welchem das untere Ende der Fäden sich befand, z. B. für  $70^\circ$  der Scale,

$$\begin{aligned}
 70^\circ + \varphi(70) &= 70^\circ,13 + \varphi(229,73) \\
 &= 70,18 + \varphi(219,28) - f(2) \\
 &= 69,95 + \varphi(210,45) - f(3) \\
 &= 69,95 + \varphi(200,25) - f(4) \\
 &= 70,10 + \varphi(185,30) - f(5) \\
 &= 70,25 + \varphi(175,95) - f(6) \\
 &= 70,30 + \varphi(163,60) - f(7) \\
 &= 70,35 + \varphi(146,95) - f(8)
 \end{aligned}$$

und wenn man aus denselben das arithmetische Mittel nimmt, und dabei, der Voraussetzung gemäß, das Mittel aus den 8 Verbesserungen näherungsweise  $= 0$  setzt,

$$70 + \varphi(70) = 70,14 - \frac{1}{8}(f(2) + f(3) + \dots + f(8))$$

oder, wenn man  $\frac{1}{8}(f(2) + f(3) + \dots + f(8))$  durch  $F$  bezeichnet,

$$\varphi(70) = + 0,14 - F$$

Auf diese Art erhält man die erste Näherungsbestimmung aller Punkte, an welchen die unteren Enden aller 8 Fäden beobachtet sind, hier also von  $-20^\circ$  bis  $+70^\circ$ , nämlich:

$$\begin{aligned}
 \varphi(-20^\circ) &= - 5,98 - F \\
 \varphi(-10) &= - 5,11 - F \\
 \varphi(0) &= - 4,36 - F \\
 \varphi(+10) &= - 3,60 - F \\
 \varphi(20) &= - 2,91 - F \\
 \varphi(30) &= - 2,11 - F \\
 \varphi(40) &= - 1,38 - F \\
 \varphi(50) &= - 0,65 - F \\
 \varphi(60) &= - 0,18 - F \\
 \varphi(70) &= - 0,14 - F
 \end{aligned}$$

Man addirt nun zu  $-20^\circ + \varphi(-20)$ ,  $-10^\circ + \varphi(-10)$ , u. s. w. die Länge des ersten Fadens, und erhält dadurch die Bestimmung der Punkte der Scale, wo sich das obere Ende des Fadens befand; z. B. für die Beobachtung, bei welcher das untere Ende auf  $-20^\circ$ , das obere auf 133,78 fiel:

$$\begin{aligned} -20^\circ + \varphi(-20) &= -25,98 - F \\ \text{Länge des I Fadens} \quad . \quad . \quad &= 159,6 \\ \hline 133,78 + \varphi(133,78) &= 133,62 - F \\ \text{oder} \quad . \quad . \quad . \quad \varphi(133,78) &= -0,16 - F \end{aligned}$$

Hierdurch erhält man für alle Beobachtungen von  $-20^\circ$  bis  $+70^\circ$ , durch den ersten Faden:

$$\begin{aligned} \varphi(133,78) &= -0,16 - F \\ \varphi(144,75) &= -0,26 - F \\ \varphi(155,55) &= -0,31 - F \\ \varphi(166,15) &= -0,15 - F \\ \varphi(176,95) &= -0,26 - F \\ \varphi(187,40) &= +0,10 - F \\ \varphi(198,00) &= +0,22 - F \\ \varphi(208,70) &= +0,25 - F \\ \varphi(219,35) &= +0,07 - F \\ \varphi(229,73) &= -0,07 - F \end{aligned}$$

eben so durch den II Faden:

$$\begin{aligned} \varphi(123,28) &= -0,06 - F + f(2) \\ \varphi(134,23) &= -0,14 - F + f(2) \\ \varphi(145,08) &= -0,24 - F + f(2) \\ \varphi(155,80) &= -0,20 - F + f(2) \\ \varphi(166,45) &= -0,16 - F + f(2) \\ \varphi(177,10) &= -0,01 - F + f(2) \\ \varphi(187,73) &= +0,09 - F + f(2) \\ \varphi(198,30) &= +0,25 - F + f(2) \\ \varphi(208,68) &= +0,36 - F + f(2) \\ \varphi(219,28) &= +0,06 - F + f(2) \end{aligned}$$

und durch alle 8 Fäden ähnliche Resultate. Nimmt man aus jeder dieser 8 Reihen das arithmetische Mittel, und setzt man, immer der Voraussetzung zufolge, das Mittel aus den links vom Gleichheitszeichen befindlichen Verbesserungen  $= 0$ , so erhält man dadurch die zur genäherten Bestimmung von  $f(2)$ ,  $f(3)$  u. s. w. nothwendigen Gleichungen, nämlich:

$$\begin{aligned} \text{I Faden} & \dots 0 = - 0,06 - F \\ \text{II} & \dots 0 = - 0,00 - F + f(2) \\ \text{III} & \dots 0 = - 0,17 - F + f(3) \\ \text{IV} & \dots 0 = - 0,04 - F + f(4) \\ \text{V} & \dots 0 = - 0,10 - F + f(5) \\ \text{VI} & \dots 0 = + 0,12 - F + f(6) \\ \text{VII} & \dots 0 = + 0,09 - F + f(7) \\ \text{VIII} & \dots 0 = + 0,08 - F + f(8) \end{aligned}$$

woraus

$$\begin{aligned} f(2) &= - 0,06 \\ f(3) &= + 0,11 \\ f(4) &= - 0,02 \\ f(5) &= + 0,04 \\ f(6) &= - 0,18 \\ f(7) &= - 0,15 \\ f(8) &= - 0,14 \end{aligned}$$

oder die verbesserten Fadenlängen

$$\begin{aligned} \text{I} &= 159,60 \\ \text{II} &= 149,14 \\ \text{III} &= 140,61 \\ \text{IV} &= 130,28 \\ \text{V} &= 115,24 \\ \text{VI} &= 105,52 \\ \text{VII} &= 93,15 \\ \text{VIII} &= 76,46 \end{aligned}$$

folgen.

Durch die gefundenen Werthe von  $f(2)$ ,  $f(3)$ , ....

ist man in den Stand gesetzt, die durch den II, III, ... Faden erhaltenen Bestimmungen der oberen Punkte, von den ihnen noch anhängenden  $f(2)$ ,  $f(3)$ , ... zu befreien; den II Faden giebt z. B. durch Hinzufügung von  $f(2) = - 0,06$ ,

$$\varphi(123,28) = - 0,12 - F$$

$$\varphi(134,23) = - 0,20 - F$$

$$\varphi(145,08) = - 0,30 - F$$

$$\varphi(155,80) = - 0,26 - F$$

$$\varphi(166,45) = - 0,22 - F$$

$$\varphi(177,10) = - 0,07 - F$$

$$\varphi(187,73) = + 0,03 - F$$

$$\varphi(198,30) = + 0,19 - F$$

$$\varphi(208,68) = + 0,30 - F.$$

$$\varphi(219,28) = 0,00 - F.$$

Nun schreibt man die beobachteten oberen Punkte sämtlicher Fäden, nach der Tafel (Art. 4) in der Ordnung, in welcher sie aufeinander folgen, und setzt jedem, für welchen die Verbesserung schon gefunden ist, diese bei. Den Anfang der hierdurch erhaltenen Tafel benutzt man, um durch das arithmetische Mittel aus mehreren nahe beisammenliegenden Verbesserungen, die Verbesserungen  $\varphi 80^\circ$ ,  $\varphi 90^\circ$  . . . .  $\varphi 150^\circ$  zu erhalten, und diese wieder um alle noch leeren Plätze der Tafel auszufüllen, wodurch man die Verbesserungen bis zu dem höchsten Punkte der Scale erhalten wird. Sobald man diese kennt, bestimmt man die unteren, nicht bei *allen* Fäden beobachteten Punkte, hier also  $- 40^\circ$  und  $- 30^\circ$ . Auf diese Art erhält man die *erste* Annäherung vollständig, und es geht aus dem Verfahren hervor, daß allen so bestimmten Werthen der Verbesserungen noch  $- F$  anhängt, welches, da es für alle gleich ist, weggelassen werden kann.

Ich werde den letzten Theil der Rechnung, durch die Mittheilung der erwähnten Zusammenstellung aller Verbesserungen, anschaulich machen und dabei die *zuerst* ausgefüllten Zahlen durch einen (\*) bezeichnen.

$x$	$\varphi x$	$x$	$\varphi x$	$x$	$\varphi x$	$x$	$\varphi x$
51,00	-0,52*	131,90	-0,13*	166,45	-0,22*	202,85	+0,26
61,35	0,00*	132,43	-0,10*	166,93	-0,28	205,28	+0,15
67,05	+0,12*	133,60	-0,19*	168,70	-0,20*	205,38	+0,26
71,90	+0,20*	133,78	-0,16*	169,05	-0,15*	206,20	+0,11
77,85	+0,19*	134,23	-0,20*	173,45	-0,08	208,68	+0,30*
79,33	+0,21*	136,35	-0,10*	175,25	-0,19*	208,70	+0,25*
82,60	+0,26*	136,55	-0,27*	175,95	+0,01*	210,10	+0,40
88,68	+0,11*	136,85	-0,17*	176,65	-0,07	210,45	+0,30*
89,10	+0,16*	142,78	-0,28	176,95	-0,26*	212,73	+0,31
90,18	+0,23*	143,25	-0,12*	177,10	-0,07*	215,20	+0,16
93,30	+0,25*	144,28	-0,14*	179,23	-0,00	215,30	+0,18
99,40	+0,15*	144,75	-0,26*	179,70	-0,07*	216,15	+0,11
100,08	+0,05*	145,08	-0,30*	183,30	+0,04	219,28	0,00*
101,03	+0,13*	146,95	-0,35*	185,30	-0,06*	219,35	+0,07*
104,18	+0,12*	147,20	-0,19*	185,73	+0,01	220,48	-0,01
104,25	+0,10*	147,60	-0,23*	186,28	+0,14	220,80	+0,03
110,30	-0,06*	153,33	-0,36*	187,40	+0,10*	222,90	+0,10
110,95	-0,07*	154,03	-0,17*	187,73	+0,03*	225,20	0,00
111,93	-0,01*	155,08	-0,21*	189,85	+0,11*	225,30	+0,11
114,85	-0,22*	155,55	-0,31*	190,03	+0,07*	226,38	-0,15
115,15	-0,07*	155,80	-0,26*	193,08	+0,19	229,38	-0,02
115,33	-0,16*	156,90	-0,22	195,35	+0,11	229,73	+0,07*
121,05	-0,01*	158,00	-0,30*	195,65	+0,06	230,30	+0,10
121,68	-0,04*	158,25	-0,08*	196,03	+0,32	230,70	+0,10
122,78	-0,17*	163,60	-0,07*	198,00	+0,22*		
123,28	-0,12*	164,83	-0,24*	198,30	+0,19*		
125,73	-0,23*	165,55	-0,21*	200,23	+0,20*		
126,00	-0,19*	166,15	-0,15*	200,25	+0,15*		
126,00	-0,08*						

Die Bestimmung von  $\varphi 80$ ,  $\varphi 90$  u. s. w. erhält man dadurch, daß man die in dieser Tafel angegebenen Zahlen zu so vielen arithmetischen Mitteln vereinigt, als man Punkte über  $70^0$  hinaus zu bestimmen hat, und aus diesen für die runden Zahlen der Scale inter-

polirt. Ich habe die zusammen verbundenen durch Striche getrennt, und auf diese Weise erhalten:

$\varphi 66,77 = + 0,11$	$\varphi 155,87 = - 0,24$
$\varphi 79,93 = + 0,22$	$\varphi 166,41 = - 0,19$
$\varphi 90,32 = + 0,19$	$\varphi 176,79 = - 0,09$
$\varphi 101,70 = + 0,11$	$\varphi 186,95 = + 0,06$
$\varphi 113,80 = - 0,10$	$\varphi 197,11 = + 0,18$
$\varphi 123,79 = - 0,12$	$\varphi 207,20 = + 0,25$
$\varphi 134,46 = - 0,17$	$\varphi 217,41 = + 0,11$
$\varphi 145,24 = - 0,23$	$\varphi 227,49 = + 0,02$

woraus sich durch Interpolation ergibt:

$\varphi 80 = + 0,22$	$\varphi 160 = - 0,22$
$\varphi 90 = + 0,19$	$\varphi 170 = - 0,16$
$\varphi 100 = + 0,12$	$\varphi 180 = - 0,04$
$\varphi 110 = - 0,04$	$\varphi 190 = + 0,10$
$\varphi 120 = - 0,11$	$\varphi 200 = + 0,21$
$\varphi 130 = - 0,15$	$\varphi 210 = + 0,24$
$\varphi 140 = - 0,20$	$\varphi 220 = + 0,09$
$\varphi 150 = - 0,23$	$\varphi 230 = 0,00$

Endlich bestimmt man hieraus und aus den bekannten Fadenlängen die beiden untersten Punkte der Scale, nämlich

$$\varphi(-40) = - 7^{\circ}.47, \quad \varphi(-30) = - 6^{\circ}.75.$$

Stellt man alle gefundenen Verbesserungen zusammen, so hat man damit das Resultat der ersten Annäherung:

$\varphi(-40) = - 7^{\circ}.47$	$\varphi(20) = - 2,91$
$\varphi(-30) = - 6,75$	$\varphi(30) = - 2,11$
$\varphi(-20) = - 5,98$	$\varphi(40) = - 1,38$
$\varphi(-10) = - 5,11$	$\varphi(50) = - 0,65$
$\varphi(0) = - 4,36$	$\varphi(60) = - 0,18$
$\varphi(10) = - 3,60$	$\varphi(70) = + 0,14$



$$\varphi(80) = + 0^{\circ},22$$

$$\varphi(90) = + 0,19$$

$$\varphi(100) = + 0,12$$

$$\varphi(110) = - 0,04$$

$$\varphi(120) = - 0,11$$

$$\varphi(130) = - 0,15$$

$$\varphi(140) = - 0,20$$

$$\varphi(150) = - 0,23$$

$$\varphi(160) = - 0,22$$

$$\varphi(170) = - 0,16$$

$$\varphi(180) = - 0,04$$

$$\varphi(190) = + 0,10$$

$$\varphi(200) = + 0,21$$

$$\varphi(210) = + 0,24$$

$$\varphi(220) = + 0,09$$

$$\varphi(230) = 0,00$$

Ich bemerke hierbei noch, daß man  $\varphi 80$ ,  $\varphi 90$  ....  $\varphi(130)$ , welche hier nur durch die oberen Enden der Fäden bestimmt worden sind, auch durch die unteren bestimmen kann, wodurch der Einfluß der Beobachtungsfehler verkleinert wird. Bei der *ersten* Annäherung ist dieser aber unwesentlich, und es ist immer hinreichend, wenn man diese Vermehrung der Sicherheit bei der zweiten anwendet.

8. Sobald die *erste* Annäherung gemacht ist, setzt man die daraus hervorgehenden Verbesserungen aller Zahlen der Tafel im 4 Art. hinzu, wodurch man eine neue Angabe der Beobachtungen, nämlich auf die näherungsweise verbesserte Scale bezogen, erhält. Mit dieser veränderten Tafel verfährt man genau so, wie vorher mit der ursprünglichen, weshalb es auch hinreichend seyn wird, hier nur die Resultate anzugeben.

Diese sind zuerst:

$$\varphi(-20) = + 0,00$$

$$\varphi(-10) = + 0,01$$

$$\varphi(0) = + 0,01$$

$$\varphi(+10) = - 0,03$$

$$\varphi(20) = + 0,03$$

$$\varphi(30) = - 0,04$$

$$\varphi(-40) = -0,03$$

$$\varphi(50) = +0,02$$

$$\varphi(60) = +0,04$$

$$\varphi(70) = +0,06$$

Dann folgen die Verbesserungen der Fäden und diese selbst:

$$I = 159,60$$

$$f(2) = 0,00 ; II = 149,14$$

$$f(3) = 0,01 ; III = 140,60$$

$$f(4) = -0,04 ; IV = 130,24$$

$$f(5) = -0,04 ; V = 115,20$$

$$f(6) = -0,02 ; VI = 105,50$$

$$f(7) = -0,01 ; VII = 93,14$$

$$f(8) = -0,04 ; VIII = 76,42$$

Hieraus ergeben sich die Verbesserungen für die Punkte über 70° hinaus:

$$\varphi(80) = -0,03$$

$$\varphi(160) = -0,04$$

$$\varphi(90) = -0,01$$

$$\varphi(170) = -0,06$$

$$\varphi(100) = -0,02$$

$$\varphi(180) = -0,05$$

$$\varphi(110) = -0,05$$

$$\varphi(190) = -0,01$$

$$\varphi(120) = -0,03$$

$$\varphi(200) = -0,01$$

$$\varphi(130) = -0,02$$

$$\varphi(210) = -0,02$$

$$\varphi(140) = -0,02$$

$$\varphi(220) = -0,04$$

$$\varphi(150) = -0,03$$

$$\varphi(230) = 0,00$$

und endlich die Verbesserungen für die beiden unteren Punkte

$$\varphi(-40) = +0,01$$

$$\varphi(-30) = +0,01$$

Bestimmt man noch, nach der Bemerkung am Ende des 7 Art.,  $\varphi(80)$ ,  $\varphi(90)$ ,  $\varphi(130)$  durch die unteren Enden der Fäden, so erhält man

$\varphi (80) = - 0,01$	$\cdot 7$	Beobb.
$\varphi (90) = + 0,04$	$\cdot 6$	-
$\varphi (100) = - 0,02$	$\cdot 5$	-
$\varphi (110) = - 0,02$	$\cdot 4$	-
$\varphi (120) = - 0,10$	$\cdot 3$	-
$\varphi (130) = + 0,05$	$\cdot 2$	-

und wenn man aus dieser und der vorigen Bestimmung das Mittel, mit Rücksicht auf die jeder derselben zum Grunde liegende Anzahl der Fäden nimmt, und dieses der ersten Annäherung hinzusetzt, so erhält man als Resultat der *zweiten* Annäherung:

$\varphi (-40^{\circ}) = - 7^{\circ},46$	$\varphi (100) = + 0^{\circ},10$
$\varphi (-30) = - 6,74$	$\varphi (110) = - 0,08$
$\varphi (-20) = - 5,98$	$\varphi (120) = - 0,16$
$\varphi (-10) = - 5,10$	$\varphi (130) = - 0,16$
$\varphi ( 0 ) = - 4,35$	$\varphi (140) = - 0,22$
$\varphi ( 10 ) = - 3,63$	$\varphi (150) = - 0,26$
$\varphi ( 20 ) = - 2,88$	$\varphi (160) = - 0,26$
$\varphi ( 30 ) = - 2,15$	$\varphi (170) = - 0,22$
$\varphi ( 40 ) = - 1,41$	$\varphi (180) = - 0,09$
$\varphi ( 50 ) = - 0,63$	$\varphi (190) = + 0,09$
$\varphi ( 60 ) = - 0,14$	$\varphi (200) = + 0,20$
$\varphi ( 70 ) = + 0,20$	$\varphi (210) = + 0,22$
$\varphi ( 80 ) = + 0,20$	$\varphi (220) = + 0,05$
$\varphi ( 90 ) = + 0,20$	$\varphi (230) = 0,00$

Diese Zahlen sind so wenig von den aus der ersten Annäherung gefolgerten verschieden, daß es ganz unnöthig seyn würde, eine dritte zu suchen; man hätte es sogar ohne großen Nachtheil bei der ersten bewenden lassen können, indem die Verbesserungen, welche die zweite ergeben hat, kleiner sind als die unvermeidlichen Ablesefehler. Um sich nach vollendeter Bestimmung der Verbesserungen, von dem Er-

folge der Untersuchung zu überzeugen, muß man die unmittelbaren Ablefungen durch die Angaben der Tafel verbessern, die Fadenlängen im Mittel aus allen Beobachtungen bestimmen, und hiermit den Fehler jeder einzelnen Beobachtung suchen. Für das hier gegebene Beispiel finden sich diese Fehler:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
-0,08	+0,04	-0,05	+0,12	+0,07	-0,03	+0,03	-0,05
0,00	+0,07	-0,02	-0,03	-0,03	+0,05	+0,02	-0,09
0,00	-0,04	+0,13	-0,05	+0,05	0,00	+0,03	0,00
+0,03	+0,01	-0,10	+0,06	+0,05	-0,03	+0,10	-0,03
+0,06	+0,05	-0,07	-0,05	-0,02	-0,05	+0,01	-0,10
-0,04	+0,03	+0,01	+0,04	-0,08	-0,05	-0,03	-0,04
+0,11	-0,05	+0,05	-0,01	-0,09	-0,01	-0,09	-0,03
+0,02	-0,03	+0,05	-0,10	-0,07	+0,06	+0,11	+0,01
+0,02	+0,05	-0,03	0,00	-0,05	-0,06	+0,05	+0,03
-0,08	-0,02	0,00	0,00	-0,02	-0,06	+0,08	+0,04
-0,03	-0,09	0,00	+0,02	0,00	-0,06	+0,02	-0,02
-0,05	0,00	-0,11	+0,01	-0,13	+0,09	-0,06	+0,03
	+0,04	+0,07	-0,12	+0,08	+0,04	-0,06	-0,04
		-0,07	+0,09	+0,08	+0,10	-0,02	-0,07
			-0,04	+0,01	0,00	+0,01	-0,11
				+0,08	0,00	-0,06	+0,13
					-0,02	-0,03	+0,03
							+0,20

Diese Fehler sind, mit einziger Ausnahme des letzten, bei welchem ein zufälliger Irrthum vorgefallen seyn muß, in den Gränzen derjenigen, welche man bei der Ablefung des oberen und bei der Stellung des unteren Fadenendes auf einen Theilstrich begehen kann; sie zeigen daher den vollständigen Erfolg der Untersuchung.

10. Um das Thermometer nun in Beziehung auf die festen Punkte zu berichtigen, wurde der Siedepunkt durch den von Cavendish empfohlenen Apparat bestimmt, und (für die Barometerhöhe = 0,76 Mét.) 220°,9 der Scale entsprechend gefunden; der

Eispunkt fand sich bei  $31^{\circ},8$ . Man hat daher, nach der Tafel der Verbesserungen

$$s + \varphi s = 210,94$$

$$s + \varphi s = 29,78$$

und, nach der Formel im 2ten Art., den dem Punkte  $x$  der Scale entsprechenden wahren Fahrenheit'schen Grad

$$f = 32 + 180 \cdot \frac{x + \varphi x - 29,78}{191,16}$$

$$= 3^{\circ},959 + 0,94162 (x + \varphi x)$$

oder die Verbesserung, welche man dem Punkte  $x$  hinzufügen muß, um die wahre Temperatur zu erhalten

$$f - x = 3^{\circ},959 - 0,05838 \cdot x + 0,94162 \cdot \varphi x,$$

aus welcher Formel folgende Verbesserungstafel des Thermometers hervorgeht

Scale	$f - x$	Scale	$f - x$
$-40^{\circ}$	$-0^{\circ},73$	$90^{\circ}$	$-1^{\circ},10$
$-30$	$-0,64$	100	$-1,78$
$-20$	$-0,50$	110	$-2,54$
$-10$	$-0,26$	120	$-3,20$
0	$-0,14$	130	$-3,79$
+ 10	$-0,04$	140	$-4,43$
20	$+0,08$	150	$-5,05$
30	$+0,18$	160	$-5,63$
40	$+0,30$	170	$-6,18$
50	$+0,45$	180	$-6,64$
60	$+0,34$	190	$-7,05$
70	$+0,07$	200	$-7,52$
80	$-0,52$	210	$-8,09$
90	$-1,10$	220	$-8,84$

11. Es ist nun noch übrig, daß ich zeige, wie man eine sehr schnelle Convergenz der Rechnung zur Wahrheit, in *allen* Fällen erhalten kann. Dieselbe findet sich ohne weitere Vorbereitung, wenn wenigstens eine Hälfte des Thermometers nur Unregelmäßigkeiten; nicht progressiv fortgehende bedeutende Verlängerungen oder Verkürzungen der Fadenlängen zeigt; es ist nämlich dann hinreichend, daß man den Anfang der Rechnung mit *dieser* Hälfte mache, und

also nicht zuerst durch die obere die untere bestimme, wie in dem gegebenen Beispiele, sondern umgekehrt durch die untere die obere, wenn in der ersteren die Fäden sich weniger stark progressiv verändern. In diesem Falle ist es leichter für die Rechnung, wenn man nicht die unteren, sondern die oberen Enden der Fäden, auf runde Zahlen der Scale stellt; wobei ich noch bemerke, daß es in jedem Falle nicht ohne Vortheil ist, eine doppelte Beobachtungsreihe zu machen, bei welcher man ein Mal von den unteren runden Zahlen, das andre Mal von den oberen ausgeht.

Findet sich aber weder die untere noch die obere Hälfte der Röhre der Scale einigermaßen entsprechend, und erleiden die Fadenlängen große progressive Aenderungen, so besteht das Mittel, welches man anwenden muß, um dennoch eine schnelle Annäherung der Rechnung zu erhalten, darin, daß man die Punkte der Scale vorläufig so corrigirt, daß das Progressive der Veränderungen verkleinert oder vernichtet wird; man gründet dann die erste Annäherung nicht auf die unmittelbaren Ablefungen, sondern auf die corrigirten. Die Correctionen aber dürfen in jedem Falle nur beiläufig bekannt seyn, und man muß bei ihrer Festsetzung nur vermeiden, sie so unregelmäßig fortzuschreiben zu lassen, daß daraus eine Schwierigkeit in der Interpolation, für Punkte, welche nicht auf runde Zahlen der Scale fallen, entsteht.

Man kann diese vorläufige Correction der Scale auf mehr als eine Art erlangen; die leichteste scheint mir zu seyn, daß man einen sehr kurzen Faden, z. B. von etwa  $30^{\circ}$  Länge, abtrennt, denselben mit seinem einen Ende auf den höchsten Punkt der Scale bringt, und den Ort  $a$  der Scale, welcher dem anderen Ende entspricht, anmerkt; dann mit dem oberen Ende auf  $a$ , und dem unteren auf einen neuen Punkt  $a'$ , u. s. w. bis er etwa die Hälfte der Scale oder mehr durchlaufen hat. Nimmt man die Länge dieses Fadens willkürlich, etwa so, wie eine der Beobachtungen sie giebt, so erhält man  $\varphi a, \varphi a', \varphi a'' \dots$  und hieraus interpolirt man für die runden Zahlen der Scale vom oberen Ende bis etwa zu der Mitte derselben. Die hieraus hervorgehenden vorläufigen Verbesserungen der Beobachtungen werden hinreichen, der späteren Rechnung eine sehr schnelle Annäherung zu geben.

## III.

*Berichtigungen und Zusätze zu den in diesen Annalen  
Bd. 3. St. 3. und 4 enthaltenen Beobachtungen über  
die Intensität des Erdmagnetismus;*

VON

CHR. HANSTEEN \*).

Eine längere Beobachtungsreise, welche ich im Sommer 1825 rings um den Bothnischen Meerbusen machte, gab Anlaß zur Ausmittlung einiger Verbesserungen des von mir angewendeten Apparats. Da ich in der oben angeführten Abhandlung andre reisende Physiker und Astronomen aufgefordert habe, diese Beobachtungen über einen größern Theil der Erdoberfläche auszudehnen, wie auch der Hoffnung bin, daß dies mit der Zeit geschehen werde, so halte ich es für zweckmäßig, hier einige kleine Verbesserungen des Apparats zu beschreiben, welche Vieles zur Bequemlichkeit und Genauigkeit der Beobachtung beitragen, wobei ich zugleich Gelegenheit bekomme, einige Fehler, die sich eingeschlichen haben, zu berichtigen.

*Der Kasten.* Statt des kleinen hölzernen Cylinders *a b* (Fig. 5. Taf. I. Jahrg. 1824, 3. St.) woran der Aufhängefaden befestigt ist, bedient man sich bequemer eines längeren Messingcylinders *a b* (Taf. V. Fig. 8), versehen mit einem Kopfe *m n*, mittelst dessen er um-

\*) Aus dem „Magazin for Naturvidenskaberne“ Jahrg. 1825 4. St. mit etlichen Zusätzen des Verfassers, übersetzt von Hr. Hanson.

gedreht und der magnetische Cylinder gehoben oder auf den Boden des Kastens hinabgelassen werden kann. Dadurch kann man auf leichte Weise die Seitenschwingungen des Cylinders hemmen. Der obere mit Schraubengängen versehene Theil der hölzernen Röhre *AB* ist bei *h* und *i* durchsägt; in diesen Einschnitt wird der Messingcylinder *a b* hinabgedrückt, welcher mit 4 kleinen ringförmigen Erhöhungen versehen ist, von denen die beiden äußeren *c* und *d* dazu dienen, dem Cylinder eine feste Lage in der Röhre zu geben, die mittleren *e* und *f* aber, den Faden aufzunehmen. Die eine dieser ringförmigen Platten *e* ist grade bis zur Oberfläche des Cylinders hinab durchschnitten, und durch diesen Einschnitt wird der Faden gelegt, dessen Ende durch ein Wachsklumpchen dergestalt in *g* befestigt ist, daß dessen Fortsetzung zwischen die Platten *e* und *f* in die Mitte der hölzernen Röhre fällt. Wenn der Deckel aufgeschraubt wird, klemmt er den Messingcylinder bei *a* und *t*, und erzeugt dadurch eine Reibung, die groß genug ist, um zu verhindern, daß dieser durch das Gewicht des angehängten magnetischen Cylinders umgedreht werde. Soll das Instrument eingepackt werden, so nimmt man den Messingcylinder *ab* heraus, rollt den anhängenden Faden darauf und verwahrt beide in einem kleinen mit Sammet gefütterten Etui, in welchem zugleich für den magnetischen Cylinder und die drei Fußschrauben des Kastens Vertiefungen gemacht sind.

*Das Stativ.* Der cylindrische Theil, auf welchem die dreieckige Platte *GIH* (Fig. 2 Taf. I. Jahrg. 1825. 3. St.) festgeschraubt ist, muß aus zwei Theilen bestehen,



die durch eine Schraube dermaßen vereinigt sind, daß man den dreieckigen Kopf abschrauben kann, der in einem eigenen dreieckigen Kasten verwahrt wird; über den unteren Theil des Kopfes, auf welchen die 3 Füße festgeschraubt sind, wird ein lederner Sack gezogen. Das auf diese Weise verwahrte Stativ ist weniger der Beschädigung ausgesetzt.

*Der Faden* wird am sichersten auf folgende Weise am Haken befestigt. Man klebt ein Wachsklumpchen an das eine Ende desselben, um es festhalten zu können, schlägt dieses Ende ein paar Mal um das Auge des Hakens und legt es darauf zurück, so daß der untere Theil des Fadens (etwa  $\frac{1}{2}$  Zoll) doppelt liegt, und bestreicht diesen doppelten Theil ein paar Mal mit einem angefeuchteten Stück Mundleim, worauf das Wachsklumpchen behutsam abgenommen wird. Auf dieselbe Weise kann man auch den Faden, wenn er abreißt, zusammenfügen, oder zwei seidene Fäden vereinigen, falls einer zu schwach wäre, den magnetischen Cylinder zu tragen.

*Der magnetische Cylinder.* Je schwächer die magnetische Kraft, die den magnetischen Cylinder in Bewegung setzt, und je geringer die Masse des Cylinders ist, desto weniger vermag er den Widerstand der Luft zu überwinden. Nun wird zwar die magnetische Intensität stärker gen Norden; da jedoch die Inclination zunimmt, so wird der Theil der Kraft, der auf den horizontalen Cylinder wirkt, gleichwohl geringer, wie die längere Schwingungszeit gen Norden hinlänglich darthut. Die Folge davon ist, daß die letzten Schwingungen so klein werden, daß sie entweder gar nicht,

oder wenigstens nicht mit Genauigkeit beobachtet werden können. Folgender Versuch zeigt diese Verbindung zwischen der Abnahme der Schwingungsbögen und der GröÙe der Kraft. Der dollond'sche Cylinder wurde auf  $40^\circ$  Elongation gebracht und der Zeitmoment der ersten und 500sten Schwingung angezeichnet, wodurch die Zeit von 500 Schwingungen gefunden wurde  $= 15' 38'',1 = 818'',1$ ; zugleich wurde die Anzahl der Schwingungen aufgezeichnet, nach deren Verlauf die Elongation durch den Widerstand der Luft zu  $30^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $10^\circ$  u. s. w. vermindert war (in der nachstehenden Tabelle bezeichnet mit No. II). Darauf wurde in dem magnetischen Meridian südwärts vom Apparat, in der Entfernung von etwas über einen Fuß, ein starker prismatischer Magnet gelegt, dessen Südpol sich gegen den Südpol des Cylinders kehrte, wodurch also ein Theil der Wirkung des Erdmagnetismus auf den Cylinder aufgehoben wurde, und nun dieselben Beobachtungen ausgeführt. Die Zeit von 500 Schwingungen wurde gefunden  $= 15' 37'',5 = 937'',5$  und die Anzahl der Schwingungen bei den verschiedenen Elongationen wie in der nachstehenden Tabelle (No. III). Endlich wurde der Magnet dergestalt umgekehrt, daß der Nordpol sich gegen den Südpol des Cylinders wandte, wodurch also die magnetische Kraft, die auf den Cylinder wirkte, vermehrt wurde. Die Zeit von 500 Schwingungen ward nun gefunden  $= 12' 12'',0 = 732'',0$  und die Anzahl der Schwingungen bei den verschiedenen Elongationen wie in der folgenden Tabelle No. 1.

Schwungungsbogen	Anzahl der Schwingungen.		
	I	II	III
40°	0	0	0
30	40	37	34
20	99	94	86
10	212	196	182
8	248	232	208
6	296	276	252
4	368	326	304
2	468	426	396

Die Kraft verhält sich umgekehrt wie die Quadrate der Schwingungszeiten; bezeichnet man den Verhältnißexponenten in der geometrischen Reihe, welcher aus den auf einander folgenden Schwingungsbogen gebildet wird, mit  $m$ , so findet man aus der Anzahl der Schwingungen bei der Elongation  $10^\circ$  folgende Werthe von  $m$ , wozu die entsprechende Größe der Kraft hinzugefügt ist.

Zeit von 300 Schwingungen.	Kraft	$m$
I. 732''0	1,2491	0,99348
II. 818,1	1,0000	0,99296
III. 937,5	0,7615	0,99241

Man erzieht hieraus, daß sich in diesen drei Fällen die Kraft etwa wie  $1\frac{1}{2}$  : 1 und  $\frac{3}{4}$  verhielt, und daß die Schwingungsbögen in demselben Verhältnisse schneller abnehmen, d. i. daß der Verhältnißexponent in der Reihe, welche von den auf einander folgenden Schwingungsbogen gebildet wird, kleiner ist, wenn die Kraft kleiner ist. Auf einer Reise nach Tornea im verwichenen Sommer wurde dieser Uebelstand besonders merklich. Schon bei Drontheim waren die letzten Schwingungen so klein, daß ich genöthigt ward, die folgenden Beobachtungen mit einer Elongation von 300

anzufangen, und dessenungeachtet geschah es bisweilen, daß die letzten Schwingungen so klein waren, daß sie nicht ohne Schwierigkeit beobachtet werden konnten.

Ein älterer kurzer und dicker Cylinder, der im Jahre 1820 vom Hrn. Uhrmacher Enger verfertigt worden, wurde 1825 geprüft und ich fand, daß er nach Vollführung von 360 Schwingungen mit der Anfangs-Elongation  $20^\circ$  noch  $6^\circ$  auf jeder Seite des Nullpunktes schwang; für diesen wurde  $m = 0,99666$ , für den dollondschen  $= 0,99296$  gefunden. Hierdurch wurde ich darauf aufmerksam, was überdies aus theoretischen Gründen klar ist, daß *kurze und dicke Cylinder den langen und dünnen vorzuziehen sind*. In der Folge ließ ich Hrn. Instrumentenmacher Clausen zwei ähnliche an beiden Enden zugespitzte Cylinder verfertigen, deren Dimensionen und Gewicht folgendes war :

Länge von Spitze zu Spitze	62 Millim.	60,5 mm.
Der cylindrische Theil	57	55,2
Durchmesser	3,8	3,8
Gewicht mit Hülse	5,06	Grammen
" ohne Hülse	4,97	

Auch diese Cylinder, die etwas länger als der Engersche waren, hatten nach 360 Schwingungen einen Schwingungsbogen von über  $4^\circ$ . Ich möchte daher rathen, den Durchmesser des Cylinders etwa 4 Millimeter und seine Länge nicht über 60 Millimeter zu machen.

In der erwähnten Abhandlung habe ich Versuche mit mehreren Cylindern angeführt, deren Härting nicht stark genug war, um die magnetische Kraft unverändert zu erhalten. Der Engersche Cylinder, def-

sen Härtung durch Kochen in Oel nicht vermindert war, vollführte gefundener Massen 300 Schwingungen in folgenden Zeiten

1820 April 8 = 711<sup>''</sup>43 gleich nach dem Streichen

18 = 714,25

Mai 5 = 715,50

20 = 716,00

25 = 716,84

27 = 714,75

1825 Mai 15 = 718,99

Diese Schwingungszeiten sind auf das Mittel des Jahres reducirt, und da die Veränderung von Ende Mais 1820 bis Mitte Mai 1825 nicht mehr als 3 Sekunden betragen, so ist es wahrscheinlich, daß die Intensität dieses Cylinders in den letzten 3 bis 4 Jahren ganz unveränderlich gewesen ist \*).

Am angeführten Orte habe ich gesagt, „man müsse den Cylinder vor Rostflecken verwahren, wodurch seine Intensität geschwächt werden würde.“ Daß diese Vorsichtsmaßregel nicht so nothwendig ist, wie man zeither geglaubt, beweist folgende Erfahrung. Der Cylinder No. 3, der vom Professor Oersted auf seiner Reise durch Deutschland, Frankreich und England gebraucht worden, war auf der überaus feuchten Sternwarte auf Holkens Bastion in Kopenhagen von 1823 bis 1825 liegen geblieben und daselbst mit einem dicken und tiefen Roste überzogen worden, daß er sogar einen starken Roststrich am Boden des Kastens hinterlassen

\*) Diesen Cylinder mit zugehörigem Apparat hat mir Herr Professor Schumacher gütigst versprochen an die bedeutendsten Sternwarten in Europa zu versenden, um genaue Intensitätsbestimmungen aus weiter-entlegenen Gegenden zu erhalten.

hatte. Nachdem ich denselben zurückbekommen hatte, schliß ich ihn mit Wasser auf einem feinen grauweißen türkischen Oelsteine ab (wozu es sogar eines ziemlich starken Druckes bedurfte), ohne doch die Flecke ganz ausmerzen zu können. Um zu erfahren, was für einen Einfluß dieser starke Rost auf seine Intensität haben möchte, beobachtete ich, ohne ihn anzustreichen, die Zeit von 300 Schwingungen auf gewöhnliche Weise. Reducirt auf die mittlere Schwingungszeit des Jahres in Christiania, wurde folchergestalt mit diesem Cylinder die Zeit von 300 Schwingungen gefunden im

September 1822 = 793''42

" 1823 = 795.19

Juni 1825 = 795.46

woraus also erhellt, daß der Rost fast gar keinen Einfluß auf die Intensität gehabt habe. Inzwischen erfordert es doch die Vorsicht, den Cylinder davor zu bewahren.

*Reduction zu Schwingungen in unendlich kleinen Bogen.* Die Seite 259 (Jahrg. 1825, St. 3) entwickelte Reduction zu Schwingungen in unendlich kleinen Bogen würde streng richtig seyn, wenn man den Anfang der Schwingungen von der Mitte des Schwingungsbogens, d. i. von dem magnetischen Meridian rechnete; denn dann würde der Cylinder eine halbe Schwingung vom Meridian zur Elongation  $e$  und darauf eine halbe Schwingung zurück durch denselben Bogen zum Meridian, ferner eine halbe Schwingung auf der entgegengesetzten Seite des Meridians zur Elongation  $me$  und wieder zurück u. s. w. machen, so daß der Cylinder 2 Bogen  $= e$ , 2 Bogen  $= me$ , 2  $= m^2e$



3ten Schwingung Anfang  $m^2e$  Ende  $m^3e$

$$\begin{array}{ccccccc} \cdot & - & - & \cdot & - & \cdot & \\ \cdot & - & - & \cdot & - & \cdot & \\ \cdot & - & - & \cdot & - & \cdot & \\ me & - & - & m^{n-1}e & - & m^ne & \end{array}$$

Man hat also eine halbe Schwingung durch den Bogen  $e$ , zwei halbe durch den Bogen  $me$ , zwei halbe durch den Bogen  $m^2e$  u. f. w. und endlich eine halbe Schwingung durch den Bogen  $m^ne$ . Setzt man diese Werthe in die Reihe I S. 259 und drückt die Sinus der Bogen durch die Bogen selbst aus, so erhält man

$$T' = t \left[ n + \frac{1}{2} \left( \frac{e}{4} \right)^2 \cdot \frac{(1+m^2)(1-m^{2n})}{1-m^2} + \frac{1}{24} \left( \frac{e}{4} \right)^4 \cdot \frac{(1+m^4)(1-m^{4n})}{1-m^4} + \frac{1}{720} \left( \frac{e}{4} \right)^6 \cdot \frac{(1+m^6)(1-m^{6n})}{1-m^6} + \dots \right],$$

wo  $T'$  die Zeit von  $n$  Schwingungen mit der Anfangs-Elongation  $e$  ist \*). Mehrere Glieder dieser Reihe sind nicht nothwendig, wäre auch  $e = 90^\circ$ . Ist  $e$  nicht über  $20^\circ$ , was hinlänglich ist, wenn der Cylinder die oben vorgeschlagenen Dimensionen hat, so kann man sogar die beiden letzten Glieder außer Betracht lassen, und man hat alsdann, wenn die Zeit von  $n$  Schwingungen in unendlich kleinen Bogen gesetzt wird  $= T$

$$t = \frac{T'}{n + \frac{1}{2} \left( \frac{e}{4} \right)^2 \cdot \frac{(1+m^2)(1-m^{2n})}{1-m^2}}$$

$$T = nt = \frac{T'}{1 + \left( \frac{e}{4} \right)^2 \cdot \frac{(1+m^2)(1-m^{2n})}{2n(1-m^2)}}$$

$$\log. T = \log. T' - M \cdot \left( \frac{e}{4} \right)^2 \cdot \frac{(1+m^2)(1-m^{2n})}{2n(1-m^2)},$$

wo  $M = 0,43429 \dots$  der Modulus der Briggs'schen

\*) Da  $m$  sehr nahe ist  $= 1$ , so ist  $1 + m^2$  beinahe  $= 2$ ; setzt man 2 statt  $1 + m^2$ ,  $1 + m^4$ ,  $1 + m^6$ , so wird diese Formel völlig gleich der in der Abhandlung S. 262 angeführten.



Logarithmen und  $e$  in Theilen des Radius ausgedrückt ist. Wird  $e$  in Graden ausgedrückt, so ist  $M$ . (Arc.  $15^\circ$ )<sup>2</sup> = 0,0000082682; setzt man 0,82682 =  $a$ , so wird

$$\log. T = \log. T' - e^2 a. \frac{(1 + m^2)(1 - m^{2n})}{2n(1 - m^2)},$$

wo die Reduction in Einheiten der 5ten Decimalstelle ausgedrückt ist. Ueber diese Reduction kann man sich nun für verschiedene Werthe von  $m$  und  $n$  eine Tabelle berechnen, in welcher man nur die Zahlen mit dem Quadrate der Anfangs-Elongation  $e$ , in Graden ausgedrückt, zu multiplizieren braucht.

Der Exponent  $m$  ist nicht allein abhängig von der Stärke der magnetischen Kraft, der Dichtigkeit der Luft und der Form und Masse des Cylinders, sondern muß auch von andern noch unbekannten Ursachen modificirt werden können. Auf der Reise nach Tornea habe ich, besonders bei Beobachtungen in der freien Luft, mit demselben Cylinder und an einem und demselben Orte, aber zu verschiedenen Zeiten, so große Unterschiede zwischen den Werthen von  $m$  gefunden, daß diese nicht als eine Folge von Beobachtungsfehlern betrachtet oder aus der verschiedenen Dichtigkeit der Luft erklärt werden können. Ich kann diese Variationen auf keine andre Weise, als durch die Annahme erklären, daß der verschiedene elektrische Zustand der Luft eine schwache Elektricität in den den Cylinder umgebenden Glasplatten erregen müsse, welche im Stande wäre, mehr oder weniger die freien Schwingungen des Cylinders zu hemmen. Hängt man in einem Seidenraupengespinnste unter einer gläsernen Glocke einen unmagnetischen Körper, z. B. einen Me-

talcyylinder horizontal auf und läßt ihn zu Ruhe kommen, so wird man durch bloßes Blasen auf das Aeußere der Glocke den Cylinder zum Drehen bringen. Dies läßt sich wohl auf keine andre Weise als aus einer schwachen Elektricität erklären, welche durch den gegen die Oberfläche der Glocke stoßenden Luftstrom erregt wird. Dasselbe muß der Fall mit dem magnetischen Cylinder seyn können. Die GröÙe  $m$  und der daran hängende Divisor  $n + \Sigma(R)$  können also nicht einmal an einem und demselben Orte und noch weniger an verschiedenen Orten, wie ich mir an der angezogenen Stelle erlaubt habe, als eine constante GröÙe betrachtet werden. Es ist folglich am richtigsten, bei jeder Beobachtung die Elongation zu Anfange und z. B. bei der 100sten und 200sten Schwingung aufzuzeichnen, oder, was noch leichter ist, anzuzeichnen, bei welcher Schwingung die Elongation ist  $= 20^\circ, 10^\circ, 6^\circ$  u. f. w., woraus der wirkliche Werth von  $m$  gefunden werden kann, und darauf die *beobachtete Schwingungszeit zu Schwingungen in unendlich kleinen Bögen* nach obiger Formel zu reduciren.

*Berechnung der Intensität.* Hierbei hat sich ein Fehler eingeschlichen. Die Intensität in Paris oder  $F$  steht nämlich (1825, St. 4. S. 421 Z. 2 v. u.) durch einen Schreibfehler angesetzt  $= 1,3842$  statt des richtigen Werthes  $= 1,3482$  (Lin. 16), und mit dieser unrichtigen Zahl sind alle meine, wie auch die englischen Intensitäts-Beobachtungen multiplicirt worden, wodurch das Resultat überall zu groß wurde. Folgende Tabelle enthält die richtigen Werthe; wobei zu bemerken ist, daß an den mit \* bezeichneten Orten die Inclination nicht durch Observation, sondern durch

Interpolation einer Karte der Inclination gefunden ist, welche ich aus meinen eigenen Beobachtungen confirmirt habe.

Beobachtungsort	Inclination.	Intensität.
Carolath . . . . .	68° 21'	1,3509
Berlin . . . . .	68 50	1,3533
Danzig . . . . .	69 44	1,3737
Altona . . . . .	69 46*	1,3594
London . . . . .	69 57	1,3697
Plöen . . . . .	70 2*	1,3575
Ystad . . . . .	70 13	1,3742
Oxford . . . . .	70 12*	1,3706
Schleswig . . . . .	70 19*	1,3628
Kopenhagen . . . . .	70 36	1,3672
Odense . . . . .	70 50	1,3650
Helsingburg . . . . .	70 52	1,3782
Kolding . . . . .	70 53	1,3846
Soröe . . . . .	70 57	1,3842
Friedrichsburg . . . . .	70 59	1,4028
Aarhus . . . . .	71 13	1,3838
Liverpool . . . . .	71 14*	1,3657
Aalborg . . . . .	71 37*	1,3780
Odenfala . . . . .	71 39	1,3666
Friedrichshaven . . . . .	71 48	1,3842
Gothenburg . . . . .	71 58	1,3826
Altorp . . . . .	72 14	1,3891
Korset . . . . .	72 24	1,3735
Qvistrum . . . . .	72 27	1,4070
Skieberg . . . . .	72 29	1,3725
Edinburgh . . . . .	72 34*	1,4005
Elleben . . . . .	72 38	1,3840
Helgeroa . . . . .	72 39	1,3980
Soner . . . . .	72 41	1,3835
Christiania . . . . .	72 34	1,4195
Ryenberg . . . . .	72 45	1,4208
Bogstad . . . . .	72 34	1,4378
Bogstad Berg . . . . .	73 13	1,4195
Näsödden . . . . .	73 2	1,4517
Bärom . . . . .	72 44	1,3902
Bolkessöe . . . . .	73 15	1,4053
Ingölsland . . . . .	73 19	1,4159
Nörsteböe . . . . .	73 33	1,4136
Drammen . . . . .	73 37	1,3771
Maurfäter . . . . .	73 44	1,4656
Ullensvang . . . . .	73 44	1,4260
Gran . . . . .	73 45	1,4221
Kongsberg . . . . .	73 47	1,4144
Tomlevold . . . . .	73 50	1,4246
Bekkervig . . . . .	73 58	1,4114
Vang . . . . .	73 59	1,4308
Bergen . . . . .	74 3	1,4220

Beobachtungsort	Inclination.	Intensität.
Moe . . . . .	74° 3	1,4234
Maristuen . . . . .	74 4	1,4058
Leirdal . . . . .	74 6	1,4190
Slidre . . . . .	74 34	1,4543
Findaas . . . . .	74 48	1,4503
Brassa . . . . .	74 21	1,4471
Davisstrafse 68°, 22' N, 36° 10' W.	83 8½	1,6365
Hafeninsel 70 26 — 37 12 —	82 49	1,6406
Baffinsbay {	75 5 — 42 43 —	84 25
	75 51 — 45 26 —	84 44½
	76 45 — 58 20 —	86 9
	76 8 — 60 41 —	86 0
	70 35 — 49 15 —	84 39

Folgende Inclinationen und Intensitäten scheinen also in der nördlichen Halbkugel zusammenzugehören:

Inclination	Intensität
0° . . . . .	1,0
24 . . . . .	1,1
45 . . . . .	1,2
64 . . . . .	1,3
73 . . . . .	1,4
76½ . . . . .	1,5
81½ . . . . .	1,6
86 . . . . .	1,7 *)

Um die Aufmerksamkeit der Beobachter auf einen wichtigen Punkt hinzulenken, will ich schliesslich folgende Frage aufstellen: *Ist die Intensität an einem und demselben Orte wie die Abweichung und die Inclination Veränderungen von einer längeren Periode unterworfen, oder ist sie constant?* Betrachtet man die Sache von der theoretischen Seite, so wird man sich geneigt finden, den ersten Theil der Frage

\*) Doch ist die Grösse der Intensität, welche zu einer gewissen Neigung gehört, unter verschiedenen Meridianen sehr verschieden, wie ich aus Hrn. Capit. Sabines Beobachtungen nachher gefunden habe.

bejahend zu beantworten. Der nordamerikanische Magnetpol nähert sich, der nördliche sibirische entfernt sich von Europa. Man möchte vermuthen, daß die Intensität im nordwestlichen Theile des atlantischen Meeres *zunimmt* und im nördlichen Theile von Europa, z. B. im nördlichsten Theile Norwegens und Schwedens, in Petersburg und in der Gegend um das weisse Meer u. s. w. *abnimmt*.

Bezeichnet  $F$  die magnetische Intensität,  $i$  die Neigung,  $T$  die Zeit von  $n$  horizontalen Schwingungen eines magnetischen Cylinders an einer gewissen Stelle der Erdoberfläche, und bezeichnen  $F'$ ,  $i'$  und  $T'$  dieselben Gröfsen an einem andern Orte, aber gleichzeitig mit den obigen oder an derselben Stelle, doch zu einer andern Zeit, so findet man nach (Ann. Jahrg. 1825, St. 4. S. 354)

$$FT^2 \cos i = F'T'^2 \cos i',$$

d. i. für die ganze Erdoberfläche ist für einen und denselben Cylinder  $FT^2 \cos i$  eine stetige Gröfse, und man kann also setzen

$$1) \quad FT^2 \cos i = C$$

wo  $C$  gefunden werden kann, wenn an einer einzigen Stelle  $F$ ,  $T$  und  $i$  bekannt sind. Nun ist  $i$  veränderlich, nimmt z. B. in Europa ab, nimmt zu in Kamtschatka, nimmt ab (südlich) in Südamerika; mithin muß sich wenigstens eine der Gröfsen  $F$  und  $T$  auch verändern, wenn obiges Produkt unveränderlich seyn soll. Differenzirt man die obige Gleichung, so bekommt man nach einigen Reductionen

$$II) \quad 0 = \frac{dF}{F} + \frac{2dT}{T} - \tan i \cdot di$$

Da in Europa  $di$  negativ ist, also das letzte Glied positiven Werth hat, so muß entweder  $dF$  oder  $dT$  negativ seyn, wenn die ganze Summe  $= 0$  seyn soll. Nimmt man in Paris für 1825 an  $F = 1,3482$ ,  $T = 753'',03$ ,  $i = 68^\circ 20'$ , so wird  $\log. C = 5,45064$  \*). In *Christiania* ist  $T = 814'',76$  und  $dT$  unmerklich oder  $= 0$ ; setzt man nun für 1820  $i = 72^\circ 42',6$  und für 1825  $i = 72^\circ 26',4$ , so findet man aus Formel I) für 1820,  $F = 1,4506$  und für 1825,  $F = 1,4093$ . Auf dieselbe Weise bekömmt man aus der Formel II) dadurch, daß man setzt  $i = 72^\circ 34'$ ,  $di = -16',2$  (was in Theilen des Radius ausgedrückt werden muß) und  $dT = 0$ ,  $\frac{dF}{F} = -0,0150$ . In *Christiania* hat sonach die Intensität in den fünf Jahren von 1820 bis 1825 um 0,015 abgenommen, und die jährliche Abnahme ist

- \*) Wenn von den vier Größen  $F$ ,  $T$ ,  $i$  und  $C$  drei bekannt sind, so kann die vierte gefunden werden. Aus obigem Werthe von  $C$  findet man z. B. nach Humboldt für den Nullpunkt in Peru (wo  $i = 0^\circ$ ,  $F = 1$ )  $T^2 = C$ , also  $T = 531'',3$ , welches mithin die kürzeste Schwingungszeit des Dollond'schen Cylinders ist. Auf dieselbe Weise findet man in Mexico  $T = 538''$ , in Neapel  $= 682'',2$ , auf Teneriffa  $= 692'',2$ , auf der Insel Brassa (Shetland)  $= 850'',3$ , in Bassinsbay (Br.  $76^\circ 45'$  N., L.  $58^\circ 20'$  W., Inclination  $86^\circ 9'$ )  $= 1570'',1$ , welche Schwingungszeit etwa 3 Mal so groß ist wie in Peru, mithin der horizontale Theil der magnetischen Kraft etwa 9 Mal kleiner. In Berlin, wo Humboldt 1805 die Inclination fand  $= 69^\circ 53'$ , die Intensität  $= 1,3703$ , findet man  $T = 773'',87$ ; allein 1823 fand ich sie aus Ermans und meinen Beobachtungen  $= 760'',1$ , also hat sie in 18 Jahren abgenommen  $13'',77$ , d. i. jährlich  $0'',76$ , welches genau mit der Abnahme in London und Paris übereinstimmt, wie später gezeigt werden wird.

$= 0,003$  (wenn die Intensität des Ortes als Einheit angenommen wird); multiplicirt man dies mit  $F = 1,4$ , so wird die jährliche Abnahme  $= 0,0042$ , wenn die Intensität in Peru als Einheit angenommen wird, welches völlig mit dem aus der Formel 1) gefundenen Resultate übereinstimmt.

In *Paris* fand ich 1819 mit dem Dollond'schen Cylinder  $T = 756'',19$ ; und nach Arago's Beobachtungen i. J. 1823 ist  $T = 753'',03$ : sonach scheint in Paris die Zeit  $T$  in vier Jahren abgenommen zu haben um  $3'',16$ , d. i. jährlich  $= 0'',79$ . In *London* fand ich 1819  $T = 777'',79$ , nach Katers Beobacht. i. J. 1823 ist  $T = 775'',34$ ; mithin scheint hier die Zeit in vier Jahren abgenommen zu haben  $2'',45$ , d. i. jährlich  $= 0'',61$ . Zwar wurden meine Beobachtungen 1819 nicht auf freiem Felde angestellt und können daher einigen Fehlern unterworfen seyn; allein das Instrument wurde an beiden Orten auf einem Tische mitten auf der Diele in einer ziemlich grossen Stube gestellt, und da sich an beiden Stellen keine eisernen Oefen noch anderes Eisen sichtbar befand, so verdienen diese Beobachtungen immer einige Aufmerksamkeit, und zwar um so mehr, da beide darin übereinstimmen, die Zeit von 300 Schwingungen etwa 3 Sekunden kürzer zu geben als die Beobachtungen von 1823. In Paris fanden Humboldt und Borda 1798 die Neigung  $= 69^{\circ} 51'$ , 1817 Arago  $= 68^{\circ} 38'$ , welches eine jährliche Veränderung giebt  $= - 3',84$ ; in London fand Cavendish 1775 die Neigung  $72^{\circ} 31'$ , 1821 Sabine  $= 70^{\circ} 3'$ , welches die jährliche Veränderung  $= 3',22$  giebt. Setzt man nun für das Jahr 1821 in Paris  $i = 68^{\circ} 23'$ ,  $di = - 3',84$ ,  $T = 754'',61$ ,

$dT = -0'',79$ ; in London  $i = 70^\circ 3'$ ,  $di = -3',22$ ,  
 $T = 776'',56$ ,  $dT = -0'',61$ , so findet man  $\frac{dF}{F}$   
 in Paris  $= -0,002819 + 0,002094 = -0,000725$   
 in London  $= -0,002580 + 0,001571 = -0,001009$

Multiplicirt man diese Gröſſen mit der Intensität in Paris  $= 1,3482$  und in London  $= 1,3697$ , so bekommt man die jährliche Veränderung in Einheiten der Intensität in Peru für Paris  $= 0,00098$  und für London  $= -0,00138$ , welches nur etwa ein Viertel der jährlichen Veränderung in Christiania ist.

In *Berlin* fand Humboldt 1805 die Intensität  $= 1,3703$ ; aus Professor Erman's und meinen Beobachtungen fand ich sie (unter der Voraussetzung, daß die Intensität in Paris dieselbe 1823 wie 1805 sey, nämlich  $= 1,3482$ ) 1823  $= 1,3533$ . Da aber in Paris die jährliche Veränderung  $\frac{dF}{F}$  ist  $= -0,000725$ , so wird sie in 18 Jahren  $= -0,01305$ ; also wird in Berlin die Intensität 1823 gefunden  $= 1,3533 (1 - 0,01305) = 1,3356$ . Sie hat also in 18 Jahren abgenommen  $1,3703 - 1,3356 = 0,0347$ , d. i. jährlich  $0,0019$ , welche Abnahme etwas größer ist als die Abnahme in London und Paris, aber geringer als die jährliche Veränderung in Christiania.

Wiewohl diese Resultate, was die Quantität anlangt, keinen sonderlichen Grad der Zuverlässigkeit haben können, so scheint doch so viel unzweifelbar daraus hervorzugehen, daß die Intensität in Europa gegenwärtig abnimmt, und zwar stärker an den nördlichen Orten, welche den magnetischen Polen näher liegen, als an den südlicheren.



Aus dem Obigen folgt, daß Humboldt's Intensitätsreihe von Paris nach Peru bloß für 1799, seine zweite Reihe von Paris durch Deutschland, die Schweiz und Italien bloß für 1805, und meine bloß für die Jahre zwischen 1820 und 1823 gilt. Keine derselben kann im strengsten Sinne mit einander verglichen werden, da sie sämmtlich auf einer veränderlichen Grundeinheit, nämlich der Intensität in Paris, gebaut sind, welche dessenungeachtet in diesem ganzen Zwischenraume unveränderlich  $= 1,3482$  gesetzt ist. Da es gleichwohl von Wichtigkeit ist, eine unveränderliche Einheit zum Grunde zu legen, um Resultate zu erhalten, welche zu allen Zeiten mit einander verglichen werden können, so kann diese auf folgende Art gefunden werden. 1) Es ist gleichgültig, welche GröÙe der Intensität man zum Maassstabe oder zur Einheit nimmt; man kann sonach die Intensität in Paris für *ein gewisses Jahr* wählen, z. B. diese Intensität für das Jahr 1823 setzen  $= F = 1,3482$ ; im April 1823 machte mein Dollond'scher Cylinder allda 300 Schwingungen in der Zeit  $T = 753'',03$ ; setzt man die Neigung eben daselbst und zur nämlichen Zeit  $= i$ , so findet man nach dem Obigen

$$I) \quad C = FT^2 \cdot \cos i$$

welche constante GröÙe  $C$  allein für diesen Cylinder gilt. Findet man nun nach Verlauf von  $n$  Jahren mit demselben Cylinder in Paris die Zeit von 300 Schwingungen  $= T$ , und die Neigung  $= i$ , so wird für das Jahr 1823 +  $n$  die Intensität in Paris, ausgedrückt in Theilen von derselben unveränderlichen GröÙe

$$II) \quad F_1 = \frac{C}{T_1^2 \cdot \cos i_1}$$

und die jährliche Veränderung der Intensität ebenda-  
 selbst  $= \frac{F - F'}{n}$ . 2) Bezeichnen  $F$ ,  $T$ , und  $i$ , die In-  
 tensität, die Zeit von 300 Schwingungen mit dem Dol-  
 londschen Cylinder und die Neigung im Jahre 1823  
 $+ n$  an einer andern Stelle der Erdoberfläche, so fin-  
 det man aus der Formel II) ebenfalls die Intensität  $F$ ,  
 an dieser Stelle für 1823  $+ n$  ausgedrückt in Theilen  
 derselben unveränderlichen Pariser Intensität für 1823.  
 3) Wollte man dagegen im Jahre 1823  $+ n$  eine neue  
 Reihe von Beobachtungen mit einem andern Cylinder  
 anfangen, so müßte man aus der bekannten jährlichen  
 Veränderung in Paris die Intensität für dieses Jahr be-  
 stimmen; und aus der gleichzeitig in Paris beobachte-  
 ten Neigung und Zeit von 300 Schwingungen mit dem  
 neuen Cylinder fände man dann aus der Formel I) den  
 Werth von  $C$ , welcher sonach beständig für diesen  
 Cylinder gälte (vorausgesetzt, seine magnetische In-  
 tensität sey constant). 4) Dafs man auf die nämliche  
 Weise von jedem der übrigen Punkte ausgehen könn-  
 te, wo ich Beobachtungen zwischen 1820 und 1825  
 angestellt habe, ist einleuchtend. 5) Nimmt man an,  
 dafs die Intensität in Paris 1823 war  $= F = 1,3482$ ,  
 1799  $= F(1+p)$  und 1805  $= F(1+p')$ , so müssen  
 alle Gröfsen in Humboldt's erster Intensitätsreihe  
 mit  $1+p$  und in der zweiten mit  $1+p'$  multiplicirt  
 werden, um auf dieselbe unveränderliche Einheit  
 reducirt zu werden.

Um diese Sache genauer zu untersuchen, setze ich  
 fernerhin meine Beobachtungen hier in Christiania  
 mit dem Dollondschen Cylinder fort, und er soll nach  
 meinem Tode in dem physikalischen Kabinette ver-

wahrt gefunden werden, damit Nachlebende die Untersuchung fortsetzen können. Wenn es mir gelungen seyn wird, mehrere solche unveränderliche magnetische Cylinder zu erhalten, deren Verhältniß zum Dollond'schen hinlänglich genau bestimmt worden, werde ich einen nach London, einen nach Paris und einen nach Berlin senden, um eine sichrere Bestimmung der Veränderungen der Intensität an diesen Orten zu erhalten. Da sich die Intensität in Peru wahrscheinlich gleichfalls verändert, so wäre es sehr zu wünschen, daß man mittelst der oben beschriebenen genaueren Methoden von Neuem die Pariser Intensität mit der Intensität sowohl dort als an andern Punkten in der Nähe des magnetischen Aequators, wie auch an der Küste von Guinea, in Ostindien und auf verschiedenen Inseln des Südmeeres vergliche. Wenn aber die wissenschaftlichen Institute in London und Paris sich dieser Untersuchungen nicht annehmen, und ihre Regierungen vermögen, sie zu unterstützen, werden diese Wünsche immer *pia desideria* bleiben.

---

Die Zeit von 300 Schwingungen meines Dollond'schen Cylinders hier in Christiania fand ich im Mittel aus zwei täglichen Beobachtungen, wovon die eine zur Zeit des täglichen Minimums (der Intensität) am Vormittage und die andere zur Zeit des Maximums am Nachmittage gemacht wurden, wie folgt:

	Max. d. Jahrs	Min. d. Jahrs	Mittel von Max. und Min.	Diff. zw- ischen Max. und Min.
A	1819 Dec. 825'',27		828'',11	5'',69
	1820 - . . . Juni - Juli 830'',96		829,09	3,75
B	1821 Jan. 827,21		829,07	3,72
	1821 - . . . Juni 830,93		829,44	2,98
	1822 Jan. 827,95		. . .	. . .
	1822 - . . . Juni keine Beob.		. . .	. . .
C	1823 Jan. 825,36		827,63	4,54
	1823 - . . . Juni 829,90		828,51	2,77
	1824 Jan. 827,13		828,18	2,11
	1824 - . . . Juni 829,24		. . .	. . .
	1825 Jan. nicht beob.		. . .	. . .
	1825 - . . . Juni 829,98*		829,16	1,64
	1826 Jan. 828,34			

\*) Die Beobachtungen sind in drei verschiedenen Stuben A, B C meines Hauses gemacht, aber alle sehr sorgfältig auf die Stube C reducirt. Die Schwingungszeit im Juni 1825 beruht bloß auf zwei einzelnen Beobachtungen Juni 13 um 8½ Nachm. und Juni 15 um 8½ Vorm. Die übrigen sind Mittel des ganzen Monats. Aus diesen Beobachtungen ist sichtlich: 1) daß die *Intensität zur Zeit des Maximums im Winter größeren Irregularitäten unterworfen ist* (wie das Barometer) *als zur Zeit des Minimums im Sommer.* 2) Daß die *Differenzen zwischen Max. und Min. veränderlich sind*; sie scheinen seit 1819 ziemlich regelmäßig abgenommen zu haben. 3) Daß es noch ungewiß ist, ob der horizontale Theil der Intensität hier in Christiania seit 1819 ab- oder zugenommen hat. Daß aber an *südlicheren Orten*, wie Berlin, Paris, und besonders Teneriffa, die *Zeit der horizontalen Schwingungen* zugleich mit der Neigung *abnimmt*, davon bin ich durch Vergleichung älterer und neuerer Beobachtungen jetzt ganz überzeugt.

## IV.

*Beitrag zur näheren Kenntniss des Molybdän's;*

VON

J. J. BERZELIUS \*).

Die ausführlichste Arbeit über das Molybdän, nach der älteren Untersuchung von Scheele und Hjelm, ist: Buchholz's *Beitrag zur näheren Kenntniss des Molybdäns und seiner Verhältnisse zu anderen Körpern* \*\*). Buchholz lehrte uns daselbst zwei zu seiner Zeit unbekannte Verbindungen des Molybdäns kennen, nämlich das purpurfarbene und das blaue Oxyd, und unter Beschreibung einer Menge von Erscheinungen, welche sich in seinen Versuchen zeigten und er nicht weiter zu erklären suchte, nahm er beim Molybdän nicht weniger als sechs besondere Oxydationsstufen an \*\*\*).

1. Das erste Oxyd sollte grau seyn und bei einer schnellen Erhitzung des Metalles an der Luft gebildet werden.

2. Das zweite wird erhalten, sowohl bei Erhitzung des Molybdäns an der Luft bis zum gelinden Glühen, als auch bei Zersetzung des molybdänsauren Ammoniaks durch trockne Destillation.

\*) Aus den Kongl. Vetensk. Ac. Handl. 1825. St. 1.

\*\*) Neues allgemeines Journal der Chemie, herausgegeben von Gehlen. Bd. IV. S. 598. Berlin 1805.

\*\*\*) a. a. O. S. 634.

3. Das dritte ist dunkelblau, lösbar im Wasser und erhielt von Bucholz späterhin den Namen: molybdänige Säure.

4. Das vierte ist grün und wird gebildet, wenn man die Auflösung des blauen Oxydes der Luft aussetzt.

5. Das fünfte ist gelb und schlägt sich nieder, wenn molybdänige Säure, vermischt mit Alkali, in Berührung mit der Luft erhitzt wird.

6. Das sechste ist die längst bekannte Molybdänsäure.

Von diesen Oxyden haben die Chemiker, nach Bucholz, einige angenommen und andere verworfen, ohne daß man einen recht entscheidenden Grund hatte, eins von ihnen auszuschließen. Diejenigen, welche sich durch ein aufmerksames Studium der gehaltreichen Arbeit von Bucholz hierin Licht verschaffen wollten, standen in einem Chaos von farblosen, blauen, grünen, gelben, und braunen Verbindungen, deren gegenseitiges Verhalten Bucholz nicht ausmittelte. Seine Versuche beantworteten nicht einmal die sehr natürliche Frage: ob eins von den Molybdänoxyden eine Salzbase sey oder nicht?

Die interessanten Versuche des Dr. Wöhler über das *Wolfram*, welche der K. Akademie vor Kurzem mitgetheilt sind (Sieh. d. Ann. LXXVIII. 345.), veranlaßten mich, eine ähnliche Arbeit über das Molybdän vorzunehmen, wobei ich besonders zur Absicht hatte, die eigentliche Anzahl seiner Oxydationsstufen auszumachen.

*Reduction des Molybdäns.* Das Molybdän wird sehr leicht im Kohlentiegel oder auf dem Gebläseherd reducirt, wenn man geschmolzene Molybdänsäure hin-

eingießt, oder selbst geschmolzenes saures molybdän-saures Kali, und alsdann den Tiegel mit dem Blasbalg in einer Esse erhitzt. Das Molybdän wird dann silberweiss erhalten, ähnlich dem weissgekochten Silber, doch etwas glänzender, besonders auf den Stellen, welche mit Kohle in Berührung waren. Innerlich ist es grau. Es ist äusserst schwer schmelzbar.

Das Molybdän wird sehr leicht reducirt, wenn man die Säure oder das braune Oxyd in ein Porcellanrohr legt, und dieses bis zum Weissglühen erhitzt, während ein Strom von Wasserstoffgas hindurchgeleitet wird. So erhält man das Molybdän als eine graue, pulverförmige Masse, und auf diese Art kann man zum chemischen Gebrauch dieses Metall am Besten in einiger Menge reduciren.

Das Molybdän theilt mit dem Chrom die Eigenschaft, dass es in seinen niedrigen Oxydationsstufen Salze giebt mit den Säuren. Es hat zwei Oxyde, welche nur Salzbasen sind, und die Molybdän-säure ist, ungeachtet ihres bestimmten Säure-Charakters, dennoch Salzbasis gegen stärkere Säuren. Die Molybdän-oxyde, ein Mal bis zum Glühen erhitzt, haben ihr Vermögen sich mit Säuren zu vereinigen verloren, und dieser Umstand scheint die Ursache gewesen zu seyn, dass ihre Salze meinen Vorgängern gänzlich entgangen sind.

Behandelt man metallisches Molybdän oder Schwefelmolybdän mit Schwefelsäure, so entwickelt sich schwefligsaures Gas, und man erhält eine blaugrüne Auflösung, welche bald tief blau wird. Bei Ueberschuss von Molybdänmetall wird sie braun. Salzsäure und Flusssäure greifen metallisches Molybdän

nicht an. Salpetersäure giebt, wenn Molybdän im Ueberschuß ist, eine *rothe*, aber wenn die Säure vorwaltet, eine farblose Auflösung, aus welcher bald hernach Molybdänsäure abgesetzt wird. Der letztere Zustand der Lösung, wenn die Salpetersäure im Ueberschuß ist, hat ganz die Untersuchung über die Beschaffenheit der rothen Auflösung verhindert.

Alkali wirkt wenig auf metallisches Molybdän. Beim Kochen mit Kalihydrat entsteht zwischen ihnen keine Einwirkung, und beim Schmelzen in der Rothglühhitze geschieht sie sehr langsam, so daß nach langem Glühen das Meiste von dem Metall bei Auflösung der alkalischen Lösung in Wasser wieder erhalten wird.

#### Molybdänoxid und dessen Salze.

*a. Molybdänoxid auf trockenem Wege.* Bucholz erhielt dieses, als er molybdänsaures Ammoniak in einem gegen den Zutritt der Luft verschlossenen Gefäße glühte; er nahm aber das für reines Oxyd, was eigentlich eine Verbindung von diesem mit Molybdänsäure war, wie man dies leicht daraus findet, daß sein Oxyd bei Reduction zu Metall 28 pr. Ct. am Gewicht verlor, da es doch nicht mehr als 25,1 pr. Ct. verlieren mußte. Die Ursache hiezu liegt darin, daß ein Theil des Salzes sein Alkali verliert, ohne daß die Säure zersetzt wird. Die Farbe des auf diese Art erhaltenen Oxyds fällt viel heller aus, als sie an und für sich ist, und wenn das Oxyd mit Alkali oder Flußspathsäure übergossen wird, welche die Säure in einem Augenblick auflösen, so ändert sich die Farbe augenblicklich und ähnelt alsdann dem mit Wasserstoffgas redu-



einten pulverförmigen Metalle. Diefes verleitet mich anfänglich zu dem Irrthum, daß das Oxyd von der Flußspathfäure wieder zum Metall reducirt werde, während die Molybdänsäure fich in der Flußspathfäure auflöfte \*).

Um dieses Oxyd mit dem geringften Verluſte darzuſtellen, habe ich mich der von Wöhler zur Bereitung des Wolframoxyds gegebenen Methode bedient. Man röſtet das Schwefelmolybdän, löſt die geröſtete Maſſe in kohlenſaurem Natron auf, verdunſtet die Löſung, filtrirt ſie von dem, was während derſelben gefällt wird, ab, trocknet ſie ein und glüht das Salz, welches dabei farblos wird. Es hinterläßt bei Wiederauflöſung in Waſſer die fremden Stoffe, die es enthielt, wird wieder zur Trockne verdunſtet, zu Pulver zerrieben, mit der Hälfte ſeines Gewichtes an ganz fein gepulvertem Salmiak vermiſcht und in einem wohlbedeckten Tiegel bis zum Glühen erhitzt. Wenn ſich keine Salmiakdämpfe mehr zeigen, wird der Tiegel abgekühlt. Das neugebildete Kochſalz wird mit Waſſer ausgezogen und das Oxyd hierauf mit verdünntem Kalihydrat digerirt, welches die eingemiſchte Molybdänsäure auflöſt. Das erhaltene Oxyd iſt faſt ganz ſchwarz; nach dem Trocknen iſt es dunkelbraun und im Sonnenlicht purpurbraun.

100 Theile von dieſem Oxyd, ſehr ſcharf getrocknet, wurden mit Salpeterſäure zu Molybdänsäure verwandelt und gaben 112,55 Thl. geglühte Molybdänsäure. Da die Molybdänsäure 33,4 pr. Ct. ihres Gewichtes an Sauerſtoff enthält, ſo iſt es klar, daß der

\*) Kgl. Vet. Acad. Handl. 1824. p. 325. dieſ. Ann. LXXX. 154.

Sauerstoff in diesem Oxyd sich zu dem in der Säure verhält, wie  $= 2 : 3$ .

Das auf diese Art erhaltene Oxyd ist unauflöslich in Säuren. Schwefelsäure nimmt bei scharfer Digestion eine geringe Spur davon auf; wenn aber dasselbe Oxyd mit neuer Säure digerirt wird, so nimmt sie nichts auf; Salzsäure oder Flußsäure lösen sie nicht auf. Glüht man es in trockenem salzsauren Gas, so bleibt es gänzlich unverändert. Saures weinsaures Kali löst beim Kochen etwas davon auf, aber auch dieses ist wenig, und dieselbe Portion Oxyd giebt hernach nichts ab an eine neue Portion Cremor Tartari, womit es gekocht wird. Mit saurem phosphorsauren Kali oder Natron, in einem gegen den Zutritt der Luft verschlossenen Gefäße geschmolzen, wird es langsam aufgelöst und das Wasser zieht aus dem Geschmolzenen eine gelbe Lösung, welche durch Alkali mit rother Farbe gefällt wird.

b. *Molybdänoxydhydrat*. Man kann dieses Oxyd auf mehrere Arten auf nassem Wege erhalten.

a) Wenn verdünnte Salpetersäure mit mehr Molybdänmetall digerirt wird, als sie auflösen kann, so erhält man eine rothbraune Auflösung, aus der kauftisches Ammoniak Molybdänoxydhydrat niederschlägt.

β) Wenn Schwefelsäure oder Salzsäure mit Molybdänmetall digerirt wird, während man dann und wann etwas Salpetersäure hinzusetzt, bis die Säure gesättigt ist, und die Flüssigkeit eine rothbraune Farbe erhalten hat.

γ) Wenn Molybdänsäure und Molybdänpulver zusammen in Salzsäure digerirt werden, bis daß alle

Molybdänsäure aufgelöst und die Farbe der Flüssigkeit vom Blau ins Rothe übergegangen ist.

δ) Wenn man in Ermangelung von metallischem Molybdän, einer Mischung von Salzsäure und Molybdänsäure, metallisches Kupfer hinzusetzt und die Mischung so lange digerirt, bis die Molybdänsäure verschwunden und die Flüssigkeit roth gefärbt ist. — In allen diesen Fällen schlägt Ammoniak das Molybdänoxydhydrat mit einer Rothfarbe nieder, die vollkommen der von Eisenoxyd gleicht. Im letzteren Fall muß Ammoniak in einem so grossen Ueberschuß hinzugesetzt werden, daß es das Kupferoxyd auflöst.

ε) Die Art, deren ich mich am häufigsten bediente um dieses Hydrat zu erzeugen, war: daß ich Chlormolybdän, dessen Beschreibung weiterhin folgt, in Wasser auflöste und aus diesem das Hydrat mit Ammoniak fällte.

Welche von diesen Methoden man auch anwendet, so bemerkt man doch, daß der Niederschlag, den die zuerst hinzugesetzten Ammoniaktröpfen hervorbringen, sich von Neuem wieder auflöst, ganz als wenn die Flüssigkeit einen Ueberschuß von Säure enthielt, und es muß viel Ammoniak hinzugesetzt werden, ehe der Niederschlag beständig wird. Diese Erscheinung beruht auf zwei gemeinschaftlich wirkenden Ursachen, wovon die eine die ist, daß das Oxyd, besonders mit Salzsäure, ein in Wasser lösliches basisches Salz giebt, und die andere, daß das Oxydhydrat im reinen Wasser löslich ist, daraus aber durch eine gewisse Portion darin eingemischten Salzes gefällt wird. Wenn so z. B. die Flüssigkeit sehr verdünnt ist, giebt Ammoniak keinen Niederschlag eher, als bis man eine starke

Auflösung von Salmiak hinzumischt, worauf das Oxydhydrat gefällt wird. Aus diesem Grunde geschieht es, daß das Hydrat beim Auswaschen auf dem Filtrum, nachdem die Salze weggenommen sind, anfängt, sich im Waschwasser zu lösen, und dies zunehmend fort-dauert, bis daß nichts mehr auf dem Filtrum ist. Das durchgehende gelbe Wasser wird wiederum gefällt, wenn es in der salzhaltigen Flüssigkeit, die zuerst abfiltrirt wurde, aufgefangen wird.

Wenn man das Hydrat, nachdem es anfang vom Wasser gelöst zu werden, auf Fließpapier legt, das die übriggebliebene salzhaltige Flüssigkeit einsaugt, so wird es dunkel und erhält eine glänzende Oberfläche, gleich einem Pflanzenextract, welches zu zerfließen anfängt, und das Papier färbt sich rund umher grün oder blau. Durch diese Einwirkung der Luft wird die Neigung des Hydrates sich in Wasser zu lösen bedeutend vermehrt. Wenn es nach einiger Zeit mit Wasser übergossen wird, so färbt sich dieses grün, dadurch, daß es eine Portion neu gebildeten blauen Oxydes ansieht. Wird dieses abgegossen, die grünblaue Flüssigkeit abgespült und hierauf neues Wasser aufgegossen, so ist das blaue Oxyd gewaschen und man erhält eine rostrothe Auflösung. Das Hydrat ist nicht leichtlöslich in Wasser und erfordert viel Wasser um ganz und gar gelöst zu werden. Diese Auflösung röthet das Lackmuspapier und hat einen schwach zusammenziehenden und hernach etwas metallischen Geschmack. Vermischt mit Salmiakauflösung trübt sie sich, das Hydrat wird vollkommen ausgefällt, die Flüssigkeit wird farblos, und hat die Eigenschaft, das Lackmuspapier zu röthen, verloren;

dagegen hat das gefällte Hydrat diese Eigenschaft behalten. Bewahrt man eine gesättigte Lösung des Hydrates in einem vor dem Zutritt der Luft verschlossenen Gefäße auf, so gesteht es nach ein Paar Wochen, und wird in eine Gallerte verwandelt, und die Auflösung hat etwas von ihrer Durchsichtigkeit verloren. Ueberläßt man die Auflösung auf einem Uhrglase der freiwilligen Verdunstung, so gelatinirt sie erst und trocknet alsdann zu einem dunkelbraunen Pulver ein, welches am Rande der Flüssigkeit ins Blaue fällt. Nach völliger Eintrocknung zieht Wasser das blaue Oxyd aus, aber das rothe Hydrat hat seine Löslichkeit verloren. Wird die Auflösung in der Wärme abgedunstet, so verändert sie ihre Farbe, wird grün und am Ende blau.

Wenn das mit Ammoniak gefällte Hydrat zuerst mit Salmiakwasser und sodann mit Weingeist, der den Salmiak wegnimmt, gewaschen wird, so löst sich wohl etwas im Weingeist auf, aber weniger als im Wasser; es kann hierauf ausgedrückt und im Vacuo getrocknet werden, um die Bildung von blauem Oxyd zu vermeiden. Wird das trockne Hydrat im luftleeren Raum erhitzt, so giebt es braunes Oxyd.

Uebergießt man das noch nasse Hydrat mit kohlensaurem Kali oder Natron, so wird eine geringe Menge darin gelöst und die Flüssigkeit wird gelb. Fällt man dagegen ein Oxydsalz mit kohlensaurem Kali oder Natron, welches man in Ueberschuß hinzusetzt, so wird das gefällte Hydrat vollkommen wieder aufgelöst.

Da das Molybdänoxyd sich nicht mit Kohlensäure verbindet, so bildet sich dabei eine Por-

tion von Bicarbonat, welches das Hydrat in grösserer Menge auflöst als das gewöhnliche Carbonat. Wenn eine Lösung im Bicarbonat bis zum Kochen erhitzt wird, so schlägt sich bei Zersetzung des Bicarbonates ein beträchtlicher Theil von dem Aufgelösten nieder, aber das, was alsdann vom Carbonat aufgelöst bleibt, wird nicht mehr durchs Kochen gefällt. Läßt man die Auflösung einige Tage an der offenen Luft, so verliert sie allmählig ihre Farbe und verwandelt sich in ein molybdänsaures Salz. Kohlensaures Ammoniak löst das Molybdänoxydhydrat in grösserer Menge auf als die feuerbeständigen kohlenfauren Alkalien; aber die Auflösung wird beim Kochen vollkommen ausgefällt. Das so gefällte Oxyd ist heller von Farbe und dichter und schwerer als das, was mit kauftischem Ammoniak gefällt wird, hat aber dieselbe Lösbarkeit in Wasser, wie jenes. Von kauftischen Alkalien wird das Molybdänoxyd nicht aufgelöst, obgleich es oft eine Weile dauert, ehe etwas gefällt wird, wenn sie zu den verdünnten Lösungen hinzugesetzt werden.

*Molybdänoxydsalze.* Diese sind bei einem Gehalt von Kry stallwasser roth, und wenn sie sich im wasserfreien Zustand befinden, fast schwarz. Ihre Auflösungen haben einen zusammenziehenden, etwas säuerlichen und hernach metallischen Geschmack. Von Galläpfelinfusion nehmen ihre Auflösungen eine tief brandgelbe, ins Braune fallende Farbe an, und es wird ein geringer graubrauner Niederschlag gebildet. Von Cyaneisenkalium werden sie mit dunkelbrauner Farbe gefällt und der Niederschlag löst sich nicht in einem Ueberschuß des Fällungsmittels auf. Durch hineingestrecktes Zink werden sie schwarz, und zuletzt fällt

ein zinkhaltiges Molybdänoxydul von schwarzer Farbe aus ihnen nieder. Unlösliche Molybdänoxydsalze, in eine alkalische Flüssigkeit gebracht, verschwinden schnell, weil das Oxyd zu Säure verwandelt und aufgelöst wird. Sie lösen sich nicht auf, wenn die Alkalien nicht gegenwärtig sind.

*Schwefelsaures Molybdänoxyd* wird sowohl erhalten, wenn man das Hydrat in Schwefelsäure auflöst, als auch, wenn man salzsaures Molybdänoxyd oder Chlormolybdän durch Schwefelsäure zersetzt. Diese Auflösung ist roth, aber das eingetrocknete Salz ist schwarz. Bei einer zu hohen Temperatur wird es während des Verdunstens leicht blau, eine Veränderung, die zu erleiden die Molybdänoxydsalze eine groÙe Neigung haben.

*Salpetersaures Molybdänoxyd* wird erhalten, sowohl wenn man die Säure mit dem Hydrat des Oxydes sättigt, als auch, wenn man Molybdän mit verdünnter Salpetersäure digerirt. Es kann bis zu einem gewissen Grade der Concentration abgedunstet, aber auf diese Weise nicht in fester Gestalt erhalten werden, weil es erstlich anfängt sich zu bläuen, während es eintrocknet farblos wird, Salpetergas entwickelt und Molybdänsäure zurückläßt.

*Salzsaures Molybdänoxyd*, richtiger *Molybdänchlorid*\*) erhält man in aufgelöster Form auf mehrere der vom

\*) Um die Chlorverbindung, welche dem Oxydulsalze eines Metalles entspricht, von der dem Oxydsalze entsprechenden zu unterscheiden, nenne ich die erstere *Chlorür* und die letztere *Chlorid*. Finden sich noch mehrere Verbindungen mit Chlor, so nenne ich die höheren *Superchlorür*, *Superchlorid*, und die



mir bei Bereitung des Hydrates angegebenen Weisen. In fester und wasserfreier Gestalt wird es erhalten, wenn man Molybdänpulver in Chlorgas, das frei von eingemengter atmosphärischer Luft ist, gelind erhitzt. Bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft wirken sie nicht auf einander. Wenn aber das Metall erhitzt wird, so entzündet es sich für einen Augenblick an der Oberfläche, aber dies hört bald auf und das Chlorgas verwandelt sich alsdann ohne Feuererscheinung in ein dunkelrothes Gas von einer so tiefen Farbe, daß es in einem Gefäße von  $\frac{3}{4}$  Zoll Durchmesser ganz undurchsichtig ist. Auf den kälteren Stellen des Apparates schießen dunkelgraue oder schwarze metallisch-glänzende Kryalle an, die ganz dem Jod ähnlich sehen. Sie sind sehr leicht schmelzbar und sublimiren sich bei einer geringen Hitze. Die geschmolzene Masse wird kryallinisch, wo sie erstarrt. An der Luft raucht sie im ersten Augenblick und fängt alsdann an zu zerfließen. Die Flüssigkeit ist zuerst schwarz, wird dann blaugrün, und im Verhältniß als mehr Wasser hinzukommt, grüngelb, tief dunkelroth, rothfarben und endlich gelb. Wird das feste Molybdänchlorid in einem Gefäße aufbewahrt, das atmosphärische Luft enthält, so absorbiert es aus dieser allmählig Sauerstoff, und ein weißes Sublimat setzt sich nahe über dem Chloride ab. Dieses Sublimat ist so zusammengesetzt, daß das Wasser es in Salzsäure und Molybdänsäure verwandelt (Molybdänsuperchlorid). Eine entsprechende Quantität von Molybdänsäure

niederen Subchlorür, Subchlorid ganz übereinstimmend mit der Nomenclatur für die Oxyde.



bleibt in Verbindung mit dem Chlorid. Wird das Molybdänchlorid in Wasser geschüttet, so löst es sich darin mit solcher Heftigkeit auf, daß die Flüssigkeit braust und kocht in Berührung mit Wasser, gleich als geschähe dabei eine Gasentwicklung, welche gleichwohl nicht Statt findet. Eine geringe Menge des Chlorids mit vielem Wasser übergossen, giebt eine Lösung, welche, durch oxydirende Einwirkung der Luft, bald grün oder blau wird. Eine weniger verdünnte Auflösung erhält sich ganz wohl und kann bei gelinder Wärme zur Trockne verdunstet werden, worauf das Chlorid endlich mit schwarzer Farbe zurückbleibt.

*Basisch salzsaures Molybdänoxyd*, richtiger: *Verbindung des Molybdänchlorids mit Oxydhydrat*, wird erhalten, wenn man das Hydrat in einer Lösung des Chlorides auflöst, so lange sie noch etwas aufnimmt. Sie giebt nach freiwilligem Verdunsten eine dunkle, nicht krySTALLINISCHE Masse, welche leicht blau wird. Diese wird nach dem Eintrocknen leicht in Wasser wieder aufgelöst.

Ich habe nicht gefunden, daß das Chlorid deutliche Doppelsalze mit Chlornatrium oder Chlorkalium gebe, aber mit Chlorammonium (Salmiak) giebt es ein Doppelsalz, welches beim freiwilligen Verdunsten in kleinen braunen KrySTALLen anschießt, die sich an der Luft nicht verändern. Wenn Molybdänchlorid mit kauftischem Ammoniak vermischt wird, bis daß der Niederschlag bleibend zu werden anfängt, aber nicht länger, und man die Lösung alsdann einem freiwilligen Verdunsten überläßt, so er-

hält man eine schwarze krySTALLINISCHE Masse, welche ein basisches Doppelsalz ist und sich mit rother Farbe wieder in Wasser auflöst.

*Molybdänjodid* wird erhalten, wenn Hydriodsaure mit Oxydhydrat gesättigt wird. Die Auflösung ist roth und giebt nach Verdunstung an der Luft ein krySTALLISIRTES Salz, welches beim Hindurchsehen roth, bei Reflexion aber braun ist. Bei einer erhöhten Temperatur wird es zersetzt, es wird Hydriodsaure gebildet und an der Luft zersetzt, und es bleibt Oxyd zurück. Nach freiwilligem Verdunsten ist es wieder löslich in Wasser.

*Flussspathsaures Molybdänoxyd* (bei einer andern theoretischen Ansicht Molybdänfluorid) wird erhalten, wenn Flussspathsaure mit dem Oxydhydrat gesättigt wird. Die Flüssigkeit ist roth und bei grossem Ueberschuss von Säure fast farblos. Sie wird beim Verdunsten leicht blau, wenn sie nicht einen Ueberschuss von Säure enthält. Das trockne Salz ist schwarz und krySTALLINISCH. Es löst sich vollkommen und mit rother Farbe wieder in Wasser auf. War die Hitze beim Verdunsten zu stark, so geht leicht ein Theil der Säure fort und dann bleibt eine entsprechende Portion vom wasserfreien Oxyd zurück, wenn das Salz in Wasser aufgelöst wird.

*Flussspathsaures Molybdänoxyd-Kali* wird erhalten, wenn man eine Lösung des vorhergehenden Salzes mit flussspathsaurem Kali versetzt. Das Doppelsalz fällt dabei in Gestalt eines rostgelben Pulvers nieder. Dieses ist nicht ganz unlöslich in Wasser.

Die *Doppelsalze* mit *Natron* und *Ammoniak* sind auflöslicher in Wasser und bilden nach Verdunstung rostgelbe Salzmassen.

*Flusspathsaures Kiesel-Molybdänoxid* ist bei Ueberschuss von Säure in Wasser auflöslich. Die Lösung bläut sich etwas bei dem freiwilligen Verdunsten und trocknet zu einer schwarzen, nicht krystallisirten Masse ein. Das Wasser zieht daraus den blau gewordenen Theil und läßt ein pechschwarzes Pulver zurück, welches die neutrale Verbindung ist. Durch eine lang dauernde Einwirkung des Wassers erleidet es eine partielle Zersetzung; das Wasser löst ein saures Salz und läßt ein basisches zurück, wie es bei dieser Klasse von Salzen zu geschehen pflegt. Ammoniak zerlegt selbst das trockne Salz, zieht Flusspathsäure aus, und läßt einen braunen, flockigen Stoff zurück, welcher

*Kieselsaures Molybdänoxid* ist. Wird dies auf einige Tage in der ammoniakalischen Flüssigkeit gelassen, so löst sich Molybdänoxid auf, bis Molybdänsäure und Kieselsäure ungefärbt zurückbleiben.

*Phosphorsaures Molybdänoxid* wird in Form eines hellrothen, flockigen, Stoffes gefällt, wenn man Molybdänchlorid mit phosphorsaurem Ammoniak vermischt. Die Flüssigkeit behält dennoch ihre gelbliche Farbe, zum Beweis, daß das Salz nicht ganz unlöslich ist. Wenn man das Hydrat des Oxydes in Phosphorsäure auflöst, so lange diese noch etwas aufnimmt, so erhält man ein saures Salz, welches bei freiwilligem Verdunsten zu einer rothen, zähen, durchsichtigen Masse eintrocknet, in der sich keine

Anzeigen von KrySTALLISATION entdecken lassen. Ammoniak löst dieses Salz mit rother Farbe auf, aber nach einer Stunde trübt sich die Flüssigkeit und das Meiste wird gefällt. Die Auflösung in Ammoniak verliert an der Luft bald ihre Farbe.

*Borsaures Molybdänoxyd* ist unlöslich in Wasser. Es wird mit rostgelber Farbe gefällt, wenn eine Auflösung des Molybdänchlorids mit einer Auflösung von borsaurem Ammoniak vermischt wird. Löst man das Oxydhydrat in siedender Borsäure auf, so erhält man eine gelbe Flüssigkeit, welche beim Verdunsten gelatinirt und das neutrale Salz absetzt.

*Arseniksaures Molybdänoxyd* wird gefällt, wenn man Molybdänchlorid mit einem arseniksauren Salz vermischt. Ein saures Salz erhält man, wenn das Hydrat in Arseniksaure aufgelöst wird. Dieses hat eine große Neigung blau zu werden, selbst beim freiwilligen Verdunsten. Es wird vom kauftischen Ammoniak mit einer tiefrothen Farbe aufgelöst und die Flüssigkeit setzt nichts ab, wenn man sie stehen läßt, aber sie wird allmählig farblos.

*Chromsaures Molybdänoxyd.* a) *neutrales*, löst sich im Wasser mit hellgelber Farbe auf. Die Auflösung giebt, nach freiwilligem Verdunsten, weisse oder schwach gelbliche Krystallschuppen oder efflorescirende Nadeln; völlig getrocknet ist das Salz weis. b) *saures*, wird in Wasser mit brauner Farbe gelöst, und trocknet zu einer braunen, nicht krySTALLINISCHEN, gleichsam verwitterten Salzmasse ein, welche hernach ohne Veränderung vom Wasser aufgelöst wird. c) *basisches* wird aus einer von den vorhergehenden Auflösungen durch kauftisches Ammoniak gefällt,

und ist eine in Wasser unauflösliche, graugelbe, flockige Masse.

*Molybdänsaures Molybdänoxyd*, Bucholz's molybdänige Säure ist das im Wasser auflösliche blaue Molybdänoxyd, dessen Natur und Zusammensetzung weiterhin ausführlich angegeben werden soll,

*Wolframsaures Molybdänoxyd*. Wenn eine concentrirte Auflösung von wolframsaurem Ammoniak mit Molybdänchlorid vermischt wird, so erhält man eine Auflösung von ausnehmend schöner Purpurfarbe, aber so dunkel gefärbt, daß sie kaum an den dünnsten Kanten durchsichtig ist. Durch Verdünnung tritt die Farbe in ihrer ganzen Schönheit hervor. Wird die concentrirte Auflösung mit einer starken Auflösung von Salmiak vermischt, so fällt die purpurfarbene Verbindung nieder und die Flüssigkeit behält nur eine schwache Purpurfarbe. Man kann den Niederschlag auf dem Filtrum auswaschen, zuerst mit Salmiakwasser und hernach mit Weingeist von 0,86, welcher denselben nicht auflöst, alsdann ausdrücken und bei gelinder Wärme trocknen. Er stellt alsdann eine dunkel purpurfarbene Masse dar, welche sich an der Luft nicht verändert und vom Wasser ohne Rückstand wieder gelöst wird. Wird die verdünnte Auflösung von wolframsaurem Molybdänoxyd in einem flachen Gefäße stehen gelassen, so verbleicht die Farbe allmählig und nach einiger Zeit ist sie gänzlich verschwunden. Die Flüssigkeit enthält alsdann eine Auflösung von wolframsaurer Molybdänsäure. Die purpurfarbene Auflösung wird vom

kaustischen Natron auf die Art zersetzt, daß es Molybdänoxyd abscheidet; aber kaustisches Ammoniak nimmt die Farbe hinweg, ohne daß im ersten Augenblick ein Niederschlag zum Vorschein kommt. Allmählig wird ein weißes Salzpulver gefällt. Dasselbe wird sogleich gebildet, wenn man das durch Salmiak gefällte Salz mit Ammoniak übergießt. Es ist ein in Wasser unlösliches basisches Salz von wolframsaurem Ammoniak und wolframsaurem Molybdänoxyd. Kaustisches Natron zersetzt auch dieses mit Zurücklassung von Molybdänoxyd, welches gleichwohl bald verschwindet, wenn die Luft hinzukommt.

*Oxalsaures Molybdänoxyd* ist löslich in Wasser. Die beim freiwilligen Verdunsten gebildeten Krystalle sind bläulich, fast schwarz, werden aber mit rother Farbe von Wasser gelöst. Ammoniak fällt aus der Auflösung dieses Salzes ein blaß ziegelrothes basisches Salz, welches in einem Ueberschuß von Alkali nicht aufgelöst wird.

Mit *saurem oxalsaurem Kali* wird ein in Wasser unlösliches Doppelsalz erhalten.

*Weinsaures Molybdänoxyd* trocknet zu einer blaßrothen, gummiartigen Masse ein, die eine bemerkenswerthe Neigung hat, grün oder blau zu werden. Es wird nicht von Alkalien gefällt, sondern giebt mit diesen dunkelrothe Lösungen, welche an der Luft farblos werden.

*Weinsaures Kali* und *weinsaures Molybdänoxyd* bilden ein Doppelsalz, welches im Wasser löslich ist.

und welches zu einer gelben Salzmasse eintrocknet. Mit Hydrat in Ueberschuß versetzt, bildet sich ein schwerlöslicheres Salz, in Gestalt eines braunen Pulvers, welches vom Alkali aufgelöst wird. Das lösliche Doppelsalz wird von Galläpfelinfusion mit brandgelber Farbe gefällt, und die Flüssigkeit nimmt eine tief brandgelbe Farbe an. Sowohl die Farbe des Niederschlages als die der Flüssigkeit ist verschieden von der, welche Galläpfelinfusion mit anderen Molybdänoxydsalzen giebt.

*Essigsaures Molybdänoxyd* wird gefällt, wenn man Molybdänchlorid mit essigsaurem Kali vermischt; der Niederschlag hat die Farbe des Hydrates. Das Hydrat wird von siedender Essigsäure zu einer gelben Flüssigkeit aufgelöst, welche beim Erkalten gelatinirt. Sich selbst überlassen, trocknet die Masse, ohne daß sie blau wird, zu einem dunkelbraunen pulverförmigen Stoffe ein.

*Bernsteinsaures Molybdänoxyd* verhält sich völlig dem essigsaurem Oxyd gleich, in Allem was so eben von dem letzteren angeführt ist.

*Jerncyanurad Molybdäncyanid* \*) (buchstäblich: Eiscyanurtes Molybdäncyanid \*\*) will ich den

\*) Ich mache keine Entschuldigung wegen dieser Benennung. Sie ist nicht wohlklingend, aber sie ist bestimmt. Im Verlauf dieser Untersuchungen wird man finden, daß diese Bestimmtheit nicht entbehrt werden kann.

\*\*) Vielleicht könnte man diese und ähnliche Verbindungen, im Deutschen nach folgenden Schema benennen:

Eiscyantes, Eiscyanichtes	{	Cyanichtmolybdän
		Cyanmolybdän
		Uebercyanmolybdän.

(P.)

Niederschlag nennen, welcher entsteht, wenn man Blutlaugensalz (Cyaneisenkalium, eisencyanurtes Cyankalium) mit einer Auflösung von Molybdänchlorid vermischt. Es wird in Gestalt eines dunkelbraunen Pulvers gefällt, welches sich nicht in einem Ueberschuß von Blutlaugensalz auflöst. Es wird dagegen nach dem Auswaschen von kauftischem Ammoniak gelöst, aber diese Auflösung ist eine Zersetzung, wobei das Oxydhydrat nebst dem eisencyanurten Cyan-Ammonium in Wasser aufgelöst wird; ein geringer Zusatz von Salmiakwasser fällt das Hydrat. Enthält das Ammoniak, womit das Salz zersetzt wird, Salmiak, so bleibt das Hydrat ungelöst.

(Beschluß im nächsten Hest.)



## V.

*Ueber das Verhalten der Kiefelerde zu den Säuren;*

vom

Dr. C. J. B. KARSTEN.

Wer sich mit Mineralanalysen zu beschäftigen Veranlassung hat, der kennt die Schwierigkeit, die Kiefelerde vollständig abzuscheiden und quantitativ genau zu bestimmen. Im ganzen Verlauf der Analyse kommt kaum eine Auflösung oder Niederschlag vor, worin man nicht einen Rückhalt von Kiefelerde aufzusuchen genöthigt wäre. Bei den analytischen Untersuchungen verschiedener Roh- und Stabeisenarten, welche ich gewöhnlich damit zu beginnen pflege, daß das Eisen in Königswasser aufgelöst und durch anhaltendes Sieden in den Peroxydzustand gebracht wird, bleibt zwar der größte Theil des Siliciumgehaltes des Eisens als Kiefelerde zurück, allein ein nicht unbedeutender Antheil geht mit in die Auflösung über. Wird diese durch Aetzammoniak zersetzt, so schlägt sich nur ein Theil des Kiefelerdegehaltes mit dem Eisenoxyd nieder; ein anderer Theil bleibt abermals in der Auflösung zurück und kann daraus nicht anders erhalten werden, als daß man die Flüssigkeit bis zur Trockniß abdampft und die ammoniakalischen Salze verflüchtigt. Noch schwieriger ist es aber den Rückhalt an Kiefelerde, welcher mit dem Eisenoxyd niedergeschlagen wird, zu bestimmen. Wird das Oxyd stark geglüht und dann in Salzsäure aufgelöst, so bleibt zwar die

Kieselerde in dem bekannten gallertartigen Zustande zurück, allein ein Theil wird immer wieder von der Säure mit aufgenommen. Auch durch wiederholte Operationen des Glühens und des Auflöfens des geglähten Oxyds in Salzsäure wird man den Zweck der völligen Abscheidung der Kieselerde nicht erreichen können. Kommt es daher darauf an, die Menge der Kieselerde ganz genau zu bestimmen, so bleibt kein anderer Ausweg, als die Eisenoxydniederschläge nach der Auflösung in Salzsäure und nach erfolgtem Zusatz einer angemessenen Menge Weinstensäure zur Auflösung, zuerst mit Aetzammoniak zu übersättigen, dann das Eisen durch Hydrothion-Ammoniak zu fällen, die Flüssigkeit abzdampfen, die ammoniakalischen Salze zu verflüchtigen und den kohligen Rückstand zu verbrennen. Enthielt das Eisen, wie es ungetnein häufig der Fall ist, Titan; so finden sich Kieselerde und Titanoxyd in dem Rückstande. In der Meinung, daß Kieselerde und Titanoxyd, wenn sie auch mit Eisenoxyd verbunden sind, durch starkes Glühen der Eisenoxydniederschläge, in Säuren unauflöslich werden, ist mir früher ein Silicium und Titangehalt des Eisens häufig entgangen, und ich bin daher später genöthigt gewesen, den mühsamen und sehr verwickelten Proceß zu befolgen, das Eisen auf die angegebene Weise in Schwefeleisen zu verwandeln und in der Flüssigkeit den, oft nur geringen, Rückhalt an Kieselerde und Titanoxyd anzufuchen.

Ich habe dieses ganz einfache Beispiel gewählt, um zu zeigen, wie schwierig es dann ist, die Menge der Kieselerde genau zu bestimmen. Diese Schwierigkeit nimmt in demselben Verhältnisse zu, als

die Zusammensetzung des zu analysirenden Fossils verwickelter wird und weitläufigere Trennungs-Methoden erfordert. Hat man z. B. eine salzsaure Auflösung eines Eisenerzes zu zerlegen, aus welchem die Kiesel-erde schon auf bekannte Weise abgetrennt ist, und hat man in dieser Auflösung Eisenoxyd, Eisenoxydul, Manganoxydul, Thonerde, Kalkerde, und Bittererde zu vermuthen; so bleibt, um die Menge des Eisenoxyduls einigermaßen genau zu bestimmen, fast nichts weiter übrig, als die Auflösung durch ein alkalisches Bi-Karbonat in niedriger Temperatur zu zersetzen, welches nur das Eisenoxyd allein niederschlägt. Dieser Niederschlag enthält nun noch Kiesel-erde, welche sich durch Glühen des Oxyds und durch Wiederauflösen in Salzsäure nur sehr unvollkommen abscheiden läßt. Aber ein bei weitem größerer Antheil Kiesel-erde bleibt in der durch das Bi-Karbonat zeretzten Auflösung zurück und muß, welches Scheidungsverfahren man auch anwendet, in allen Niederschlägen und Auflösungen, welche man im Verlauf der Analyse erhalten wird, wieder aufgesucht werden.

Es ist schon längst bekannt, daß die Kiesel-erde, wenn sie erst einmal durch Alkalien oder durch Säuren in eine Auflösung übergegangen ist, einige Auflöslichkeit in reinem Wasser zeigt, und aus dieser Eigenschaft ließe sich ihr, bei den Mineralanalysen so ungünstiges, Verhalten, alle Auflösungen und Niederschläge zu verunreinigen, wohl erklären. Allein einen größeren Aufschluß über die Natur der Kiesel-erde erhielt man, als Hr. Smithson im Jahr 1811 (Phil. Trans. 1811 p. 176), wenn ich nicht irre zuerst, die Vermuthung aufstellte, daß die Kiesel-erde in allen, seit-

dem unter dem Namen der Silikate bekannten Fossilien die Stelle einer Säure vertrete: eine Vermuthung, welche durch Hrn. Berzelius, aus einem allgemeineren und höheren Gesichtspunkte auf das entscheidendste bestätigt worden ist. Aus dieser elektro-negativen Eigenschaft der Kieselederde wird ihre Geneigtheit, sich mit den Basen zu verbinden, leicht erklärbar. Um so schwieriger wird es aber, zu einer genügenden Erklärung über die Art der Verbindung zu gelangen, in welcher sich die Kieselsäure bei ihrer Vereinigung mit andern Säuren befindet. Die Kieselederde zeigt dabei ein ganz eigenthümliches Verhalten, wovon sich der Grund bis jetzt noch durchaus nicht angeben läßt. Es ist eine ganz allgemein bekannte Erfahrung, daß eine concentrirte wäßrige Auflösung der Kieselfeuchtigkeit durch eine im Ueberschuß zugesetzte Säure sogleich zerlegt wird und daß sich die Kieselederde daraus fast vollständig abscheidet, ohne von der Säure, und würde sie auch im größten Uebermaß zugesetzt, wieder aufgelöst zu werden. Dieselbe Kieselfeuchtigkeit, mit einer hinreichenden Menge Wasser verdünnt, läßt sich durch eine im Ueberschuß zugesetzte Säure nicht mehr zerlegen, sondern sie bleibt vollkommen klar und setzt ihren Gehalt an Kieselederde nun nicht mehr ab, wenn sie nicht verdampft und die Kieselederde dadurch zu einer gallertartigen Gerinnung gebracht wird. Ist diese Auflösung der Kieselederde nun wirklich nur als eine Auflösung derselben im Wasser anzusehen und erklärt sich die im ersten Fall entstehende Zersetzung der Kieselfeuchtigkeit bloß dadurch, daß es an der zureichenden Menge von Auflösungswasser fehlte, so wie durch die Eigenschaft der Kiesel-

erde, daß sie, erst einmal aus einer Auflösung ausgeschieden, in Wasser oder in wässrigen Säuren gar nicht mehr, oder nur höchst wenig auflöslich ist? Verhielte sich die Sache wirklich so, so würde daraus hervorgehen, daß die Kiesel-erde, bei der gewöhnlichen Temperatur, etwa in 25 bis 30 Theilen Wasser auflöslich wäre, denn einer stärkeren Verdünnung der Kiesel-feuchtigkeit bedarf es nicht, um die Zerlegung durch Säurezusatz zu verhindern. Dann würde es aber wieder nicht einleuchten, warum aus der aufs stärkste verdünnten Kiesel-feuchtigkeit, welcher es also an Auflösungs-wasser für die Kiesel-erde nicht fehlt, die letztere doch niedergeschlagen wird, wenn man sie mit nicht mehr Säure zersetzt, als zur Sättigung des Alkali erforderlich ist. Wirkte das Wasser nur als Auflösungs-mittel, so würde es gleichgültig seyn müssen, ob die das Alkali neutralisirende Säure im Ueberschuß vorhanden ist, oder nicht. Es ist daher nicht zu bezweifeln, daß diese im Ueberschuß zugesetzte Säure einen größeren Antheil an dem Aufgelöstbleiben der Kiesel-erde hat, als das Wasser und daß dieses allein so bedeutende Quantitäten Kiesel-erde nicht aufgelöst zu erhalten vermag. Warum sich aber die Kiesel-erde, wenn sie aus Mangel an gehöriger Verdünnung der Auflösung wirklich ausgeschieden worden ist, auch im stärksten Uebermaße der später zugesetzten concentrirten oder verdünnten Säure, nicht mehr auflöslich zeigt, das läßt sich aus chemischen Gründen wahrscheinlich nicht mehr erklären.

Kommt der Kiesel-erde wirklich die Eigenschaft zu, mit den Säuren Verbindungen einzugehen, die nur so lange von Bestand sind, als sich die

Verbindung im tropfbar flüssigen Zustande befindet, und als die Säure, wenn sie von flüchtiger Natur ist, nicht entweicht? Titanoxyd, Chromoxyd, Arsenikoxyd zeigen ein ganz ähnliches Verhalten, obgleich in einem minder ausgezeichneten Grade. Die so eben angeführten Erscheinungen lassen es kaum mehr bezweifeln, daß die in der stark verdünnten und mit überschüssiger Säure versetzten Kiesel Flüssigkeit aufgelöst bleibende Kieselederde durch die im Ueberschuß zugesetzte Säure in der Auflösung zurückgehalten und daß dabei wirklich eine Verbindung der Kieselsäure mit der als Zusatz angewandten Säure gebildet wird. Ich werde sogleich näher zeigen, daß die Kieselederde diese merkwürdige Eigenschaft wirklich besitzt, eine Eigenschaft, welche einen vollständigen Aufschluß über die Art und Weise giebt, wie alle Mineralwasser und vorzüglich die heißen Quellen, eine oft sehr bedeutende Menge von Kieselederde aufgelöst enthalten können.

Von welcher Art ist aber die chemische Verbindung, welche erhalten wird, wenn man die so eben aus der sauren oder aus der alkalischen Auflösung niedergeschlagene, noch feuchte Kieselederde in kohlen-saurem Kali oder Natron auflöst? Die Auflösung erfolgt schon in sehr gelinder Digerirwärme, ohne daß dabei Kohlensäure entweicht. Daß sich dabei eine der Quantität der aufgelösten Kieselederde in Verhältnisse stehende Menge von Bi-Karbonat bilde, ist kaum zu glauben, weil sich die frisch gefüllte Kieselederde auch im Bi-Karbonat des Kali oder des Natron selbst, obgleich freilich ungleich schwieriger und, wie es scheint, in geringerer Menge als in dem einfach kohlen-sauren Alkali auflöst. Es müssen hierbei also wohl

Verbindungen von zwei Säuren und einer Base, nach noch unbekannten Gesetzen entstehen. Anders ist das Verhalten, wenn die Kiesel-erde in der Glühhitze mit dem kohlenfauren Alkali, oder mit einer kohlenfauren alkalischen Erde geschmolzen wird. Die Kieselsäure treibt hier wirklich einen verhältnißmäßigen Antheil Kohlen- säure aus, um mit der Base ein Silikat zu bilden.

Die Auflösbarkeit der frisch gefällten Kiesel-erde in kohlenfauren Alkalien ist bekanntlich erst vor wenigen Jahren durch Hrn. Pfa ff zur Kenntniß gebracht. Das kohlen- saure Ammoniak scheint nur eine höchst geringe auflösende Kraft auf die frisch gefällte Kiesel-erde auszuüben, aber Aetzammoniak nimmt beim Digeriren eine ziemlich bedeutende Menge Kiesel-erde auf, welche durch Verdampfen des Ammoniaks erst wieder dargestellt wird. Der Analytiker kommt bei seinen Untersuchungen selten in den Fall, dies Verhalten der Kiesel-erde zu berücksichtigen, wodurch es nur erklärbar wird, daß diese Eigenschaften eines so allgemein verbreiteten und fast bei allen chemischen Analysen erdartiger Substanzen vorkommenden Körpers, so lange unbekannt bleiben konnte. Eben das ist auch unbezweifelt der Grund, warum man die Verbindung der Kiesel-erde mit den Säuren nicht weiter beachtet hat, vorzüglich weil sie nur im flüssigen Zustande darstellbar sind und weil sie keine Eigenschaften zeigen, die bei analytischen Untersuchungen von Interesse seyn könnten.

Hat man durch Zusammenschmelzen der Kiesel-erde mit einer angemessenen Menge ätzendem oder kohlen- saurem Kali oder Natron Kieselfeuchtigkeit gebildet und in etwa 50 Mal so viel Wasser aufgelöst, als

die Kiefelfeuchtigkeit Kiefelsäure enthält; so bleibt die Flüssigkeit, wenn sie in gut verschlossenen Gefäßen aufbewahrt wird, Jahre lang klar und zersetzt sich erst nach und nach in dem Verhältniß, als das Alkali Kohlensäure aus der Atmosphäre anzieht. Dieser Erfolg zeigt, daß das alkalische Silikat schon durch eine sehr schwache Säure zersetzt wird. Will man aber die Zersetzung absichtlich, durch den Zusatz einer Säure bewerkstelligen, und setzt man nicht mehr Säure zu, als zur völligen Neutralisirung der alkalischen Flüssigkeit erforderlich ist; so bleibt sie noch eine geraume Zeit klar, trübt sich dann erst allmählig und setzt nach und nach Kieselederde, theils in schleimiger, theils in flockiger Gestalt ab, und wenn man jetzt noch mehr Säure hinzubringt, so löst sich der Niederschlag nicht, oder wenigstens nur in höchst unbedeutender Menge wieder auf. Durch dies Verhalten unterscheidet sich die Kieselederde ganz wesentlich von der Thonerde, welche sich augenblicklich, ebenfalls in schleimiger und in flockiger Gestalt, niederschlägt, so bald der Neutralisationspunkt der Flüssigkeit erreicht ist, sich aber auch augenblicklich wieder auflöst, so bald nur ein geringer Ueberschuß von Säure hinzu kömmt. Beide Erden lassen sich durch dies Verhalten sehr leicht von einander unterscheiden.

Wird dagegen der Neutralisationspunkt der Kiefelflüssigkeit sogleich überschritten, *ehe* sie sich zu trüben anfängt, so bleibt die Flüssigkeit klar und es schlägt sich auch nach vielen Wochen keine Kieselederde nieder. Ich habe bei der Anwendung der Schwefelsäure, der Salpetersäure, der Salzsäure und der Essigsäure immer ganz gleiche Resultate erhalten. Daß es die



im Ueberschuß vorhandene Säure und nicht das Wasser ist, welches die Kiesel-erde aufgelöst hält, geht daraus hervor, daß die mit Säure im Ueberschuß versetzte Kiesel-flüssigkeit Salze bis zum völligen Sättigungspunkt auflösen kann, ohne daß sich die Kiesel-erde abscheidet. Wendet man Salze an, welche in der etwas erhöhten Temperatur sich in bedeutend größerer Menge als in der gewöhnlichen Temperatur im Wasser auflösen; so scheidet sich das Salz, welches sich beim Erkalten der Flüssigkeit nicht aufgelöst halten kann, so wie die Temperatur sinkt, wieder ab, aber die Kiesel-erde bleibt in der Auflösung zurück. In der mit Salpetersäure versetzten Kiesel-flüssigkeit z. B. läßt sich durch Erwärmen so viel Salpeter auflösen, daß ein großer Theil beim Erkalten wieder in Kry stallen anschießt, ohne daß sich die Flüssigkeit trübt und Kiesel-erde fallen läßt.

Weil schon eine so schwache Säure, wie es die Essig-säure ist, die Kiesel-erde aufgelöst zu halten vermag, so schien es nicht unwahrscheinlich, daß die Kohlen-säure nicht minder diese Eigenschaft besitzen würde. Diese Vermuthung hat sich auch vollständig bestätigt. Der Versuch läßt sich sehr leicht auf die Weise anstellen, daß man die Kiesel-feuchtigkeit mit einem großen Uebermaße von irgend einer Säure z. B. mit Salz-säure versetzt, und die klare Flüssigkeit in möglichst niedriger Temperatur mit kohlen-saurem Ammoniak neutralisirt. Die bei diesem Prozeß sich entbindende Kohlen-säure verbindet sich mit dem Wasser, und wenn man nun die neutrale Flüssigkeit in einem gut verschlossenen Glase aufbewahrt, so kann man sie mehrere Wochen lang stehen lassen, ohne daß

sich eine Spur von Kieselerte absccheidet. Durch Stehenlassen an der Luft, noch schneller aber durch Erwärmung in offenen Gefässen zersetzt sich die Auflösung in dem Verhältniss, wie die Kohlensäure entweicht, und die Kieselerte setzt sich in gallertartigen Gerinnungen an den Wänden des Gefässes ab. Dieser Erfolg zeigt auf eine ganz überzeugende Weise, daß die große Menge von Kieselerte, welche sich fast in allen Mineralwassern, vorzüglich aber in den heißen Quellen findet, durch Kohlensäure aufgelöst gehalten wird. Freilich läßt sich aber dadurch nicht erklären durch welchen Prozeß die Kieselerte zuerst zur Auflösung gebracht ward, denn die Vorstellung, welche nur zu häufig ausgesprochen worden ist, als ob die Mineralwasser und heißen Quellen ihren Gehalt an fremdartigen Stoffen nur durch Auslaugung salzhaltiger Erzsichten erhielten, kann gewiß nicht die richtige seyn, und würde wenigstens auf den Kieselertgehalt der Quellen keine Anwendung finden können.

---

## VI.

*Eine neue magnetische oder elektromagnetische  
Beobachtung;*

VON

Herrn Hofrath M U N C K E zu Heidelberg.

Indem ich den untern übernommenen und nicht ohne großen Aufwand von Zeit und Mühe endlich vollendeten Artikel „Elektromagnetismus“ für den 3ten Theil des Gehlerschen Wörterbuches ausarbeitete, hielt ich es für meine Schuldigkeit, verschiedene noch unausgemachte Thatfachen einer abermaligen sorgfältigen Untersuchung zu unterwerfen. Bei einem bloß von Ampère angestellten Versuche war es mir zweifelhaft, ob die erhaltene Wirkung bloß dem Magnetismus oder zugleich der Elektrizität beizuzählen sey, und ich beschloß daher hierüber zur Gewißheit zu gelangen. Ein glücklicher Zufall führte mir einen Messingdraht in die Hände, den ich vor mehreren Jahren gekauft habe, und dessen Ursprung ich daher nicht angeben kann \*), an welchem ich die folgenden Eigenschaften entdeckte:

\*) Eine Probe dieses Drahtes habe ich dieser Anzeige beigelegt, damit der verehrte Herausgeber dieser Zeitschrift sich überzeugen möge, daß die Sache keineswegs auf Täuschung beruhe. Zugleich bitte ich die Physiker, mir nicht zu zürnen, wenn ihre Versuche, diese Erscheinungen gleichfalls zu beobachten, mit Schwierigkeiten verbunden, und zuweilen vergebens seyn

Ein Messingdraht, etwa 0,5 Lin. im Durchmesser haltend, von der etwas ins Röthliche spielenden Sorte, wurde von mir gerade gebogen, an den Enden rund gefeilt, und um die auf der Oberfläche als Folge des Ziehens und Abfeilens etwa befindlichen Eisentheilchen fortzuschaffen, mit Fließpapier und etwas verdünnter Schwefelsäure abgerieben, mit reinem Wasser gereinigt und abgetrocknet. Demnächst hing ich ihn an einem langen Faden ungezwirnter Seide der Knopfmacher horizontal schwebend auf, und versuchte, ob ein starker Magnetstab eine Wirkung auf ihn äußere, allein ich konnte nichts dieser Art entdecken. Später schien es mir zwar, als ob kürzere Drähte, insbesondere wenn sie lange Zeit im Conflict magnetischer Pole gewesen waren, sich nicht ganz indifferent gegen den Magnetismus zeigten, allein auf allen Fall sind diese Wirkungen sehr ungewiss und kaum wahrnehmbar. Darauf legte ich unter einen auf solche Weise frei schwebenden Draht *ab* (Fig. 9) von 6 Zoll Länge einen 14 Zoll langen Magnetstab von 1 Quad. Z. Querschnitt \*), um zu

sollten. Mit der individuellen Sorte Messing werden sie leicht wahrgenommen.

\*) Der Kürze wegen beschreibe ich nur die Hauptversuche nebst den hieraus erhaltenen Resultaten und die bequemsten Apparate. Uebrigens ist es gleichgültig, ob man einen Magnetstab oder Hufeisenmagnet wählt, ob der Draht die ganze Länge des Magnetstabes hat, oder nur die halbe, oder auch etwas über die Enden hinausragt: Mit einem Magnetstabe von etwa 14 Z. Länge habe ich 15, 14, 12, 6 bis 3 zöllige Drähte gebraucht, und die kleineren von 4 bis 6 Zoll am empfindlichsten gefun-

versuchen, ob ersterer eine bestimmte Richtung durch letzteren annehmen würde, allein auch hierbei blieb jede Wirkung aus, obgleich der Apparat in einem Glaschranke stand, den ich wiederholt öffnete, dann den Draht in starke Drehung versetzte, und nach dem Verschließen des Schrankes wieder zur Ruhe kommen ließ. Die Richtung der Axen beider war durchaus regellos. Legt man dagegen (Fig. 10) über den Draht einen andern ganz gleichen Nordpol, so weicht das Ende *b* des Drahtes nach der einen oder der andern Seite aus, fängt mit zunehmender Geschwindigkeit an vielmal in einem ganzen Kreise sich zu drehen, bis die Seide eine beträchtliche, der Länge des Fadens angemessene Drehung erhalten hat, und stellt sich dann mit seiner Axe quer über den unteren Magnet, bleibt so einige Zeit stehen, beginnt die Drehung rückwärts gleichfalls mit zunehmender Geschwindigkeit, wechselt zuweilen mehrmals mit diesen Drehungen, und kommt endlich in einem Winkel von  $15^{\circ}$  bis  $30^{\circ}$  mit der Axe des unteren Magnetes zum Stillstande. Eine hierbei bisher ohne Ausnahme, aber noch nicht oft genug beobachtete Erscheinung, nämlich daß die Drahtspitze *b* sich allezeit in WNWV stellt, wenn beide Südpole vereinigt sind, und in WSWV wenn beide Nordpole einwirken, die Richtung der Magnete in der Zeichnung SN von Ost nach West angenommen, kann ich noch nicht als bestimmte Regel mit Gewißheit verbürgen. Uebrigens

den, vielleicht weil sie leichter oscilliren. Es ist ferner gleichgültig, ob der Draht vorher über dem Magnete einige Zeit gehangen hat oder nicht.

ist ein Einfluß des gleichnamigen Poles auf das über einem Pole schwebende Ende des Drahtes nur schwer wahrnehmbar, indem die Abstoßung der gleichnamigen Pole gegen den Draht, welche aus dem stets gleichen Stande desselben, und daß er niemals zwischen den Polen zum Stillstande kommt, sehr deutlich folgt, für sich kaum beobachtet werden kann. Was mir hierbei zuweilen als Täuschung erschienen ist, nämlich eine sehr schwache Anziehung oder Abstoßung, würde sich erklären lassen, wenn das erst später beobachtete Gesetz bestätigt würde, daß bei zwei Südpolen das Drahtende jederzeit an der Nordseite und bei zwei Nordpolen an der Südseite derselben zum Stillstande kommt, wonach das Streben nach diesen Seiten als Abstoßung und Anziehung erschienen seyn könnte.

Wenn dagegen das Ende des Drahtes *b* sich zwischen den ungleichen Polen N und S (Fig. 11) befindet, so steht es allezeit genau zwischen beiden. Dieser Satz, welcher die Hauptsache der ganzen Erscheinung ausmacht, ist hier bloß deswegen so ausgedrückt, weil er sich auf diese Weise besser an das Vorhergehende anschließt. Genau genommen muß er aber so ausgedrückt werden: Wenn der frei schwebende Messingdraht in einer Höhe von 0,5 Lin. bis zu 2 Z. und vielleicht noch weiter über dem Nordpole eines starken Magnetstabes zum Stillstande gebracht wird, so zieht ihn ein mit jenem Pole nicht in Berührung gesetzter, sondern frei schwebend gehaltener Pol mit einer auffallenden Stärke an. Diese Anziehung verschwindet (vermuthlich) vollständig, sobald beide Pole einander berühren, und der in dem Drahte er-

zeugte Magnetismus ist keinesweges bleibend, sondern verschwindet, sobald die Axe des Drahtes mit der des untergelegten Magnetes einen Winkel von etwa  $60^\circ$  macht. Um sich von der Stärke der durch ihn erzeugten Anziehung zu überzeugen, darf man nur mit dem genähertem Pole gegen das Ende des Drahtes stoßen, so wird dieser wegfliegen, aber augenblicklich zurückkehren, und festhängen. Uebrigens ist es gleichgültig, ob man den heterogenen Pol von der Seite oder in gerader Richtung nähert, auch macht der geringere Zwischenraum zwischen beiden Magneten keinen (bis jetzt von mir wahrgenommenen) Unterschied, wenn die Näherung nicht in Berührung übergeht, jedoch sucht der Draht bei größerer Entfernung, wie es mir scheint, zwischen beide zu kommen, ohne daß ich bestimmen kann, ob dieses Bestreben eine verticale Bewegung erzeugt. Die Richtung der Magnete rücksichtlich der Weltgegenden ist in Beziehung auf diese letzten Erscheinungen ganz gleichgültig. Drehet man den Draht um, und wiederholt den Versuch mit dem Ende  $a$ , oder verwechselt man die magnetischen Pole, so ist keine Veränderung der beschriebenen Erscheinung wahrnehmbar. Der Draht scheint also an sich gar keine Polarität anzunehmen, wiewohl es mir zuweilen geschienen hat, als ob eine sehr schwache Polarität hervorgerufen würde. Weil ich mich indeß mit diesen Erscheinungen erst seit einigen Wochen gelegentlich amüfire, so kann ich darüber noch nicht entscheiden.

Dieses sind die wesentlichsten von mir beobachteten Erscheinungen, welche ich einer weiteren Untersuchung keinesweges für unwerth erachte. Sie für

magnetisch zu halten streitet gegen die Indifferenz des angewandten Drahtes gegen den Magnet überhaupt, und außerdem müßte das Eisen im Drahte im Wirkungskreise des Nordpols bei so großer Nähe über demselben südpolarisch, folglich vom Südpole abgestoßen werden, wovon gerade das Gegentheil Statt findet. Es schien mir daher wahrscheinlicher, daß Elektrizität im Drahte als eine Folge der ihn bildenden Metalle erregt würde, auf welche der Magnetismus einen Einfluß äußere, und den Draht selbst magnetisch mache, wenn nicht im Kupfer des Drahtes ein eigener Magnetismus vorhanden wäre, aus welchem die kürzlich durch Arago und Barlow entdeckten Erscheinungen erklärt werden könnten. Thermomagnetismus endlich ist nicht anzunehmen, denn ich habe die Erscheinungen oft beobachtet, ohne daß ich den Draht nur mit der Hand berührte. Die Temperatur aber, worin die Versuche angestellt wurden, wechselte im physikalischen Cabinette zwischen  $7^{\circ}$  bis etwa  $10^{\circ}$  C., auch war der Draht zuweilen den direkten Lichtstrahlen ausgesetzt, zuweilen nicht.

Um die verschiedenen möglichen Ansichten zu prüfen, habe ich die Versuche mit einem Drahte von reinem Silber, mit einem Kupferdrahte und Zinkdrahte wiederholt, ohne irgend einen Erfolg. Dann habe ich einen Silberdraht mit einem Zinkdrahte, und einen Kupferdraht mit einem Zinkdrahte an ihren beiden Ender zusammengelöthet, aber auch dieses war umsonst. Ferner band ich einen dünnen Kupferstreifen, 1 Lin. breit und 0,5 Lin. dick, mit einem ähnlichen Zinkstreifen mittelst eines Seidenfadens zusammen, aber auch diese zeigten keine Wirkung. End-



lich liefs ich die letzteren zusammenlöthen, und da schien mir einiger Magnetismus zum Vorschein zu kommen, jedoch so ausnehmend schwach, dafs ich nicht mit Sicherheit darüber entscheiden kann. Entscheidend deutliche Spuren einer magnetischen Anziehung oder Abstoßung waren auf allen Fall nicht vorhanden. Selbst eine andere, etwas dickere, und bedeutend heller gelbliche Sorte Messingdraht zeigte sich völlig indifferent.

Entweder sind daher diese Erscheinungen eine Folge der individuellen Mischung von Zink und Kupfer in dem gebrauchten Drahte, oder des darin vorhandenen Eisens, oder aller dieser drei Metalle zusammengenommen. Ob nämlich Eisen diesem Drahte beigemischt sey, bat ich sogleich meinen verehrten Freund Gmelin zu untersuchen, welcher in einer kleinen Probe des Drahtes allerdings eine merkbare Menge fand, deren Quantität durch Untersuchung eines gröfseren Stückes bestimmt werden könnte, indess ist dieses bisher noch nicht geschehen. Mich selbst verhindern andere Geschäfte und auch Versuche, diesen Gegenstand vorerst weiter zu verfolgen, und ich mufs daher erwarten, ob andere Physiker mir weitere Belehrung darüber verschaffen werden.

Heidelberg am 30. März 1826.

*Muncke.*

---

*Zusatz.* Dem Wunsche des geehrten Hrn. Verfassers gemäß, habe ich mich bemüht, mit dem übersandten Messingdrahte die obigen Versuche genau auf die angegebene Art zu wiederholen, allein ich bin nicht so glücklich gewesen, ein entscheidendes Resultat zu erhalten. Bemerken mufs ich aber im Voraus, dafs der, ungefähr 4 Zoll lange, Messingdraht, welchen ich der Güte des Hrn. Verfassers verdanke, sich schon dadurch abweichend verhielt, dafs er, obwohl schwach, doch unverkennbar, des gewöhnlichen Magnetismus fähig war. Nicht nur folgte er bei freier Aufhängung dem Magnete augenscheinlich, sondern auch er nahm jedesmal nach einiger Zeit die Richtung des unter ihn gelegten Magnetstabes an, gleichviel nach welchem Azimuthe die Pole dieses gerichtet waren, und ohne dafs sich eines der Enden des Drahtes vor dem andern ausgezeichnet hätte. Es ist also möglich, dafs das in meinem Besitz befindliche Drahtstück entweder ursprünglich verschieden war von dem, mit welchem der Hr. Verf. experimentirte, oder auch, dafs es durch die Versendung gelitten hat. Diefs zu entscheiden wage ich nicht. Der von mir untersuchte Draht zeigt offenbar die Eigenschaften des

weichen Eisens, zwar hinsichtlich der Stärke nur in einem sehr geringen Grade. Ist er über dem Magnetstabe zur Ruhe gekommen, und lenkt man ihn ein *wenig* ab, so macht er deutliche und messbare Schwingungen, hatte man ihm aber einen etwas starken Stoß ertheilt, so kreist er lange unbestimmt umher, bis er endlich in mehr oder weniger großen Schwingungen parallel mit dem Stabe wieder zur Ruhe gelangt. Diefes ist selbst dann der Fall, wenn man das eine Ende des Drahtes, und gleichviel welches, auf die in Fig. 10 und 11 angegebene Art zwischen die gleichnamigen oder ungleichnamigen Pole zweier Magnetstäbe gebracht hat. Der einzige Umstand hiebei, dessen ich völlig gewifs bin und der entfernte Aehnlichkeit mit den vom Hrn. Verf. bemerkten Erscheinungen hat, ist: daß im ersten Falle, wo sich also das eine Ende des Drahtes zwischen zwei Nordpolen oder zwischen zwei Südpolen befindet, die Schwingungen *langsamer* sind als im letzteren. Es zeigt sich dieses auch dadurch, daß das z. B. über dem Nordpole des einen Magneten befindliche Drahtende *stärker* von dem Südpole als von dem Nordpole des zweiten Magneten angezogen wird, wenn man diesen seitwärts nähert. Indefs wirkte bei meinen Versuchen der Nordpol des zweiten Magneten ebenfalls *anziehend* auf jenes Drahtende, doch mußte er ziemlich nahe gebracht werden. Eine Abstossung, wie sie unter diesen Umständen bei einem Drahte von weichem Eisen so ungemein deutlich der Anziehung vorhergeht, habe ich nicht bemerken können, obwohl ich den Magneten sehr vorsichtig näherte. Wenn übrigens der, nach Fig. 10, zwischen die gleichnamigen Pole gebrachte Draht, wie es mir bisweilen schien, nicht völlig parallel mit der Axe der Magnete zur Ruhe kam, so war doch der Winkel sehr unbedeutend, betrug höchstens einige Grade. Die von mir gebrauchten Magnetstäbe waren ungefähr von gleicher Länge mit dem Messingdrahte, parallelepipedisch gestaltet, und etwas über 2 Linien dick. Der Messingdraht schwebte  $1\frac{1}{2}$  Linien über dem einen Stab, und eben so hoch über dem Draht wurde der zweite Stab angebracht. Zwei magnetische Magazine, von denen jedes 48 Stäbe enthielt, zeigten wesentlich dasselbe, wie die kleinen Magnete. Die Erscheinungen wurden aber dadurch verwickelter, daß die Querriegel von weichem Eisen für sich auf den Draht wirkten, und diesen, wenn sie sich unmittelbar unter ihm befanden, ihren Kanten parallel stellten, sonst aber von der Hauptaxe des Magazins bedeutend ablenkten. Um vor Luftzug sicher zu seyn, wurden die Versuche mit den kleinen Magnetstäben auch unter Glas angestellt, jedoch mit gleichem Erfolg wie vorhin.

Uebrigens bin ich weit entfernt, aus diesen Resultaten irgend einen Schluß auf die des geehrten Hrn. Verfassers zu machen, da offenbar der von mir angewandte Messingdraht hinsichtlich der Anziehung, die er schon von einem einzigen Magneten erleidet, bedeutend von dem im Texte beschriebenen verschieden ist; eine Verschiedenheit, wovon sich auch Hr. Dr. Wöhler überzeugte, der sowohl den Versuchen des Hrn. Verfassers, als auch den meinigen beigewohnt hat.

(P.)

---

# ANNALEN DER PHYSIK.

---

JAHRGANG 1826, VIERTES STÜCK.

---

## I.

*Beitrag zur näheren Kenntniss des Molybdäns;*

von

**J. J. BERZELIUS.**

(Beschluss.)

---

**Molybdänoxydul und dessen Salze.**

Diese zuvor gänzlich unbekannte Oxydationsstufe des Molybdäns erhält man, wenn ein Molybdänoxydsalz mit einem von denjenigen Metallen digerirt wird, die das Wasser zersetzen und Wasserstoffgas entwickeln. Die Lösung wird anfangs grünlich, dunkelt darauf mehr nach und wird endlich schwarz und undurchsichtig. Die Einwirkung der Metalle endigt mit einer gänzlichen Fällung des Molybdänoxyduls in Gestalt einer voluminösen schwarzen Masse. Das Molybdänmetall ist nicht im Stande diese Reduction hervorzubringen. Zink bewirkt dieselbe sehr geschwind, wenn man aber hernach versucht das Zinkoxyd durch Ammoniak von dem Molybdänoxydulse abzuscheiden, so erhält man einen Theil des ersteren gewöhnlich vereinigt mit dem letzteren, auf eine solche Weise, daß kauftisches Ammoniak sie nicht trennen kann.

Um das Molybdänoxydul rein zu erhalten, wandte ich folgende Methode an: Es wurde Queckfilber in eine Flasche gethan und ein gleiches Volumen von Molybdänechlorid - Auflösung, die mit ein wenig freier Salzsäure versetzt war, darauf gegossen. Zu dieser Auflösung wurde ein flüssiges Kaliumamalgam in Portionen von wenigen Tropfen hinzugesetzt, und sobald diese ihre Wirkung eingestellt hatten, neue Portionen hinzugefügt. Durch die Verdünnung mit Queckfilber wurde die Wirkung des Kaliums so verlangsamt, daß es sich in einem größeren Verhältniß auf Kosten des Oxydsalzes, als auf Kosten des Wassers oxydirte. Als die Farbe der Flüssigkeit endlich schwarz wurde und das Kalium nur auf Kosten des Wassers oxydirt zu werden schien, so daß das Oxydul anfang sich niederzuschlagen, so wurde die schwarze Flüssigkeit abgegossen und mit kauftischem Ammoniak gefällt. Wenn man bei diesem Versuch nicht freie Salzsäure hinzusetzt, so fällt das Kali, das auf Kosten des Wassers gebildet wird, eine Portion von Oxydhydrat, das noch nicht zum Oxydul reducirt wurde, und man erhält einen dunkelbraunen Niederschlag, gemengt aus beiden Oxyden.

Das Molybdänoxydul, so wie es mit Ammoniak gefällt wird, ist im sehr vertheilten Zustande dunkelbraun, aber auf ein Filtrum gesammelt sieht es in Masse schwarz aus. Es kann mit Wasser gewaschen werden, ohne daß es sich anscheinend höher oxydirt; wenn es aber an der Luft getrocknet wird, erhält es eine hellere Farbe, weshalb ich es in einem luftleeren Raum über Schwefelsäure trocknete. Es bildet dann ein völlig schwarzes Pulver, was das Hydrat des Oxy-

duls ist. Im luftleeren Raum erhitzt verliert es bei gelinder Wärme sein Wasser ganz allmählig. Wenn hernach das zurückgebliebene Oxydul nahe bis zum Glühen erhitzt wird, so entsteht darin ein lebhaft funkelndes Feuerphänomen, das schnell verschwindet. Es scheint von gleicher Natur mit dem beim Chromoxydul zu seyn, denn hiebei verändert weder die Barometerprobe ihren Stand, noch das Oxydul sein Ansehen. Wenn das so behandelte Oxyd alsdann herausgenommen und auf einem Platinblech erhitzt wird, so verwandelt es sich unter einem neuen Feuerphänomen zum Oxyd; aber das Feuer ist in diesem Falle weit weniger lebhaft, als das, was im Vacuum Statt fand.

Das Molybdänoxydulhydrat wird leicht von Säuren aufgelöst, das wasserfreie Oxyd ist in ihnen unlöslich. Das Hydrat wird weder von kausischen noch von kohlenfauren Alkalien aufgelöst, wenn aber Molybdänoxydulsalze mit kohlenfaurem Ammoniak gefällt werden und man von diesem einen Ueberschuß hinzusetzt, so löst dasselbe den Niederschlag mit einer tief dunkelbraunen Farbe auf. Diese Lösung setzt beim Sieden das Aufgelöste in Form eines basischen Salzes ab.

Wenn man sublimirte oder geschmolzene Molybdänsäure mit Salzsaure übergießt und mit Zink digerirt, so wird bei fortgesetzter Digestion die Molybdänsäure zu Oxydul reducirt, ohne daß sie aufgelöst wird. Gebraucht man hiezu die an der Lösung des Metalles in Salpetersäure gefällte, schwach geglühete Säure, welche im Wasser sich zu kleinen seidenartig glänzenden Schnuppen ausbreiten, so nehmen diese

Schuppen mit Beibehaltung ihres Glanzes und ihrer Form, eine dunkle Farbe an, sehen in Masse schwarz aus, und schimmern im Sonnenlichte, wenn die Flüssigkeit schnell umgerührt wird, mit einer dunkel messinggelben Farbe. Auf dem Filtrum sind sie völlig schwarz, sie erhalten aber, sobald die Flüssigkeit abgelaufen ist, nach einem Augenblick eine Purpurfarbe, die schnell durch die ganze Masse hindurchgeht; bei dem Trocknen wird die Masse blau, aber dennoch nicht auflöslich in Wasser. Die schnelle Veränderung scheint davon herzuführen, daß die Schuppen die Form der Säure behalten und daß die Räume, nachdem der Sauerstoff fortgegangen ist, offen bleiben und bereit stehen jenen bei der ersten sich anbietenden Gelegenheit wieder aufzunehmen. Das auf diese Weise gebildete Oxydul wird nicht von Säuren gelöst; selbst von der concentrirten Schwefelsäure, auch scheint es kein Hydrat zu seyn.

Wird ein Theil wasserfreies Molybdänoxyd mit 4 Thl. Molybdänpulver vermischt und die Mischung, in einem gegen den Zutritt der Luft verschlossenen Gefaße, bis zum Weissglühen erhitzt, so erleidet die Masse dennoch keine sichtliche Veränderung. Ihre Farbe ist grau, wie vorhin, und ich habe keinen Umstand auffinden können, der zu zeigen vermöchte, daß sie Molybdänoxydul enthält.

Einige Versuche zur genauern Bestimmung des Sauerstoffgehalte in diesem Oxydul haben kein befriedigendes Resultat gegeben; indeß habe ich dieselben auch nicht hinlänglich abgeändert.

Die Molybdänoxydalsalze sind schwarz oder purpurfarben und zeigen im Allgemeinen dieselben Far-

bennutzen, wie die Manganoxydsalze. Die meisten haben dieselbe aus Grün, Braun und Schwarz zusammengeetzte Farbe, welche eine Auflösung von Manganöxyd in kalter Salzsäure besitzt, ehe die Chlorentwickelung anfängt. Sie schmecken rein zusammenziehend, ohne einen metallischen Nachgeschmack. Ihre Auflösungen oxydiren sich weniger leicht als die der Oxydsalze und sie können daher besser ohne Veränderung abgedunstet werden, wie jene. Bisweilen nehmen sie, besonders bei Ueberschuß an Säuren, eine dunkle Purpurfarbe an, völlig derjenigen gleich, welche die Manganoxydsalze unter gewissen Umständen annehmen.

*Schwefelsaures Molybdänoxydul* erhält man, wenn das Oxydulhydrat in Schwefelsäure aufgelöst wird. Die Lösung ist fast schwarz. Reibt man das trockne Hydrat mit concentrirter Schwefelsäure, so erhält man eine pechschwarze zähe Verbindung, welche, wenn die Menge des Oxyduls hinreichend war, ein neutrales Salz ist. Vermischt man diese Masse mit Wasser, so wird sie zersetzt, ein aufgeschwollenes basisches Salz wird abgeschieden und ein Salz mit Ueberschuß an Säure in Wasser gelöst. Verdunstet man die Lösung, so concentrirt sie sich zu einer schwarzen, zähen, nicht krySTALLINISCHEN Masse. Man erhält dieselbe Verbindung, wenn verdünnte Schwefelsäure mit Oxydulhydrat gesättigt wird, welches, wenn man es in Ueberschuß anwendet, in ein basisches Salz verwandelt wird. Schwefelsaures Ammoniak wird nicht vom salzsauren Molybdänoxydul getrübt. Versucht man nach dem Einkochen des schwefelsauren Salzes dieses dadurch neutral zu machen, daß man die über-



schüßlige Schwefelsäure in einer passenden Temperatur abraucht, so entwickelt sich schwefligsaures Gas und man erhält schwefelsaures Molybdänoxyd, welches sich im Wasser mit rother Farbe auflöst. Setzt man die Hitze weiter fort, so wird das Salz blau. Aus einer Auflösung von schwefelsaurem Molybdänoxydul fällt Ammoniak das erwähnte basische Salz mit graubrauner Farbe. Wird das neutrale Salz mit einem Ueberschuß von Schwefelsäure vermischt und sich selbst überlassen, so nimmt es eine Purpurfarbe an.

*Salpetersaures Molybdänoxydul* wird erhalten, wenn das Hydrat, feucht, oder im luftleeren Raum getrocknet, in verdünnter Salpetersäure aufgelöst wird. Die Auflösung hat die dunkle Farbe der Salze, die aber bald ins Purpurne übergeht. Wird die Säure mit feuchtem Hydrat in Ueberschuß gesättigt, so bildet sich ein basisches Salz; aber diese Verbindungen erhalten sich nicht lange, sie verlieren allmählig ihre Farbe und auf Kosten der Salpetersäure wird Molybdänsäure gebildet.

*Salzsaures Molybdänoxydul*, richtiger *Molybdänchlorur*, erhält man, wenn das Oxydulhydrat bis zur vollen Sättigung in Salzsaure aufgelöst wird. Die Auflösung ist sehr dunkel und nur gegen die Lichtflamme durchsichtig, wo sie mit einer rothbraunen Farbe erscheint. Die Auflösung zieht keine Purpurfarbe an. Sie hinterläßt nach dem Verdunsten eine schwarze, zähe, und endlich zerborstene Masse, von der das Meiste wieder in Wasser gelöst wird. Im luftleeren Raum erhitzt giebt sie Wasser und Salzsaure und hinterläßt ein schwarzes, in Wasser unlösliches, Pulver,



welches dennoch Salzsäure, oder richtiger eine Verbindung von Oxydul mit dem Chlorur enthält.

Leitet man Molybdänchlorid in Gasform über gepulvertes Molybdänmetall, das nahe bis zum Glühen erhitzt wurde, so wird ein Theil des Chlorids vom Molybdänpulver absorbirt und in eine zusammengebackne, nach dem Erkalten, dunkelrothe Masse verwandelt. Uebergießt man diese mit Wasser, so wird darin eine geringe Quantität Molybdänchlorur aufgelöst, das Wasser schwach purpurn gefärbt, und Oxydul durch Ammoniak daraus gefällt. Weder siedend heißes Wasser, noch warme Salzsäure lösen mehr davon auf, und jener rothe Stoff wird zwar von diesen verringert, bleibt aber unverändert. Digerirt man ihn mit Kalihydrat, so wird er schwarz und das Kali enthält alsdann Salzsäure. Die schwarze Masse ist Oxydulhydrat, und wird mit schwarzbrauner Farbe von Salzsäure gelöst. — Ein Theil dieses rothen Stoffes wurde im luftleeren Raum erhitzt, bei einer Hitze, welche das Glas ohne zusammengedrückt zu werden ertragen konnte. Dabei wurde ein geringer dunkelgrüner Sublimat erhalten, welcher sich im Wasser mit grünlich schwarzbrauner, der Lösung des Hydrates in Salzsäure ähnlicher Farbe auflöste, und von Ammoniak mit schwarzer Farbe gefällt wurde. Dieses Sublimat entsprach folglich demjenigen salzsauren Oxydulsalze, das auf nassem Wege erhalten wird. Ein anderer Theil des rothen Körpers wurde in eine an einem Ende zugegeschmolzene Glasröhre gethan, welche man alsdann einen Zoll weit von diesem Ende zu einer feinen Spitze auszog um den Luftwechsel in der Röhre zu verhindern. Darauf wurde der rothe Körper bis zur

Schmelzhitze des Gases erhitzt, wobei er in Form einer verworren krySTALLisirten, dunkel ziegelrothen Masse sublimirte. Als diese, nach dem Erkalten, mit Wasser ausgezogen und behandelt wurde, löste dasselbe eine kleine Menge Chlorid auf, mit Zurücklassung des rothen Sublimats. In einem Versuch gab dieses Sublimat dem Wasser eine schwache Rosenfarbe; das Wasser wurde jedoch bald trübe und setzte einen Stoff ab, der dem Sublimat selbst ähnlich sah. Dieses wurde auf die Länge in geringer Menge und mit grünbrauner Farbe in Wasser gelöst. Eine Portion des Sublimates wurde mit kauftischem Natron zerlegt und darauf die übrigbleibende schwarze Oxydulmasse mit Salzsäure behandelt; sie löste sich darin ohne Rückstand und die Lösung gab Oxydul mit kauftischem Ammoniak. Wäre der rothe Sublimat ein Subchlorur gewesen, d. h. hätte er einem niederen Oxydationsgrad als dem Oxydule entsprochen, so würde bei Auflösung des Oxyduls in Säure Molybdänmetall zurückgeblieben seyn. Da dieses aber nicht geschah, so ist klar, daß dieser rothe Stoff auch Molybdänchlorur ist und daß er sich zu seiner löslichen Abänderung eben so verhält, wie das ihm im Ansehen völlig gleiche, auf trockenem Wege bereitete, unlösliche, rothe Chromchlorur zu seiner im Wasser auflöselichen grünen Modification.

Verdunstet man eine Auflösung von Molybdänchlorur, das durch Einwirkung von Kaliumamalgam gebildet worden ist, so erhält man ein völlig schwarzes Salz, welches efflorescirt; dieses ist ein Doppelsalz von Chlorkalium mit Molybdänchlorur. Bei Wiederauflösung bleibt ein schwarzes Pulver zurück,

wahrscheinlich ein basisches Salz, das durch einen bei Reduction hinzugekommenen Ueberschuß von Kali entstanden ist. Auch mit Chlorammonium wird ein dunkles krySTALLISIRENDES Doppelsalz erhalten.

*Molybdänjodur* erhält man, wenn das Oxydulhydrat bis zur völligen Sättigung in Hydriodsäure aufgelöst wird. Es gleicht in allen Theilen dem löslichen Chlorur. Auf trockenem Wege wirkt das Jod nicht auf Molybdänmetall, selbst dann nicht, wenn das letztere in dem Gase des ersteren geglüht wird.

*Flussspathsaures Molybdänoxydul* oder *Molybdänfluorur* erhält man, wenn das Oxydulhydrat in Flussspathsäure aufgelöst wird. Die Auflösung hat eine schöne purpurrothe Farbe, ähnlich der von wolframsaurem Molybdänoxyd, doch bedeutend heller. Bei gelinder Wärme trocknet sie zu einem purpurrothen Firnis ein, der bei stärkerer Wärme die Purpurfarbe verliert, braun wird und sich alsdann nicht vollkommen in Wasser auflöst.

*Flussspathsaures Molybdänoxydul - Kali* erhält man, wenn die Auflösung des vorhergehenden Salzes, mit einer Auflösung von flussspathsaurem Kali vermischt wird. Es fällt sich in Form von blaß rosenrothen Flocken. Bei freier Salzsäure wird es in Wasser gelöst und es setzt sich alsdann während des Abdunstens, oder beim Erkalten, in Form eines dunklen rosenrothen Pulvers ab, das beim Trocknen bleicher wird.

*Das Doppelsalz mit Natron* ist leichter löslich. Es setzt sich beim Abdunsten in Form eines rosenfarbigen krySTALLINISCHEN Pulvers ab.

Das Doppelsalz mit *Ammoniak* gleicht vollkommen dem mit *Kali*.

*Flussspathsaures Kiesel - Molybdänoxydul* ist in einem Ueberschuss von Säure auflöslich. Es trocknet bei freiwilligem Verdunsten nicht ein. In der Wärme geht der Ueberschuss von Säure fort und die neutrale Verbindung bleibt mit schwarzer Farbe zurück. *Ammoniak* fällt aus der Auflösung einen dunkelbraunen flockigen Stoff, der *kieselsaures Molybdänoxydul* ist. Es wird, wie das Oxydsalz, in der ammoniakalischen Flüssigkeit mit Hinterlassung von Kieselensäure zersetzt.

*Phosphorsaures Molybdänoxydul* wird gefällt, wenn man eine Auflösung von Molybdänchlorur mit einer Auflösung von phosphorsaurem Natron zersetzt. Der Niederschlag löst sich anfänglich wieder auf, wird aber bald beständig. Die Farbe desselben ist dunkelgrau. Wird das Oxydulhydrat in Phosphorsäure aufgelöst, so erhält man ein saures Salz, welches beim Abdunsten eine dunkle Purpurfarbe annimmt und hiernach eine zerfließende syrupsartige Masse bildet. Kaustisches *Ammoniak* löst das saure Salz mit einer so tiefen Farbe auf, daß die Flüssigkeit schwarz ist, aber gegen die Flamme eines Lichtes erscheint dieselbe tief dunkelbraun.

*Arseniksaures Molybdänoxydul* verhält sich ganz wie das vorhergehende Salz.

*Chromsaures Molybdänoxydul* scheint es nicht zu geben. Bei Vermischung von chromsaurem *Kali* mit dem Chlorur entsteht ein basisches chromsaures Molybdänoxydsalz, und Chromchlorur wird mit grüner Farbe in der Flüssigkeit aufgelöst.

*Kohlensaures Molybdänoxydul* kann wenigstens nicht auf nassem Wege dargestellt werden.

*Borsaures, effigsaures, bernsteinsaures, oxalsaures und weinsaures Molybdänoxydul* sind sämmtlich unlöslich und bilden dunkelgraue Niederschläge, welche beim Trocknen schwarz werden. Sie lösen sich in geringer Menge in einem Ueberschuß ihrer Säuren auf.

*Oxalsaures Molybdänoxydul - Kali* bildet ein in Wasser auflösliches purpurfarbenes Doppelsalz.

*Weinsäure, Kali und Molybdänoxydul* bilden ein in Wasser trüglöslisches Doppelsalz, welches vom Ammoniak mit dunkler Purpurfarbe aufgelöst wird und sich daraus wieder niederschlägt, wenn das Ammoniak verdunstet. Am Leichtesten erhält man dieses Salz, wenn Molybdänsäure in saurem weinsauren Kali gelöst, und darauf die Auflösung mit Zink digerirt wird, welches dieses zum Oxydsalz reducirt. Setzt man nun ein wenig Salzsäure hinzu, so wird das Oxyd zum Oxydul reducirt, und wenn man die Wirkung des Zinkes fortdauernd erhält, nachdem die Säure gesättigt ist, so fällt ein Doppelsalz, als schwarzes Pulver, nieder, welches auf ein Filtrum gebracht, nachdem das Zinksalz durchgegangen ist, dem Waschwasser eine Purpurfarbe ertheilt. In einem offenen Gefäße verbrannt, hinterläßt dieses, geschmolzenes molybdänsaures Kali.

*Eisencyanurtes Molybdäncyanur* erhält man, wenn ein Oxydulsalz mit einer Auflösung von Cyan-Eisen-Kalium gesättigt wird. Der Niederschlag ist dunkelbraun, an Farbe dem gleich, welchen man mit dem Oxydsalz erhält; er unterscheidet sich aber von

diesem dadurch, daß er in einem Ueberschuß des Fällungsmittels mit tief dunkelbrauner Farbe auflöslich ist. Er ist auch im kausitischen Ammoniak mit dunkelbrauner Farbe auflöslich. Diese Auflösung wird von Salmiak gefällt, welcher daraus die Cyanverbindung abzuscheiden scheint, deren Farbe der Niederschlag besitzt; die darüberstehende Flüssigkeit hat eine schwache Purpurfarbe.

Molybdänsäure und Salze, in welchen diese Basis ist.

Die Molybdänsäure ist ihrem Verhalten nach ziemlich wohl bekannt, jedoch hat man vielleicht zu wenig Aufmerksamkeit verwandt auf deren Eigenschaft, sich mit Säuren zu verbinden, gegen welche sie die Rolle einer Basis spielt und von welchen sie aufgelöst wird, besonders wenn molybdänsaure Salze durch in Ueberschuß hinzugesetzte Säuren zerlegt werden.

Die Molybdänsäure scheint sich nicht chemisch mit dem Wasser zu vereinigen, d. h. keine wasserhaltige Säure zu bilden. Wenn Molybdän oder dessen Oxyd mit Salpetersäure oxydirt wird, so löst die letztere zuerst Molybdänsäure auf, die Flüssigkeit wird dabei gelb, trübt sich aber bald, sowohl bei Erhitzung als bei freiwilligem Verdunsten, und setzt Molybdänsäure in Gestalt eines weissen Pulvers ab. Bringt man sie auf ein Filtrum, wäscht und trocknet sie, so hat man einen zart zertheilten weissen Stoff, welcher beim Glühen ein Paar Procent Feuchtigkeit abgiebt, die keine freie Säure enthält. Die geglühte Masse fühlt sich sanft an, wie Talk, und kann auf die Haut angestrichen werden.

In dem Zustand, worin man die Molybdänsäure erhält, wenn sie sich aus der Salpetersäure absetzt, wird sie von anderen Säuren mit ziemlicher Leichtigkeit aufgelöst; dahingegen sie nach dem Glühen oder Schmelzen von anderen Säuren nicht gelöst wird. Ich werde hier eine Klasse von Salzen beschreiben, welche man auch Doppelsäuren nennen kann, weil sie sich als solche gegen Alkalien verhalten, welche aber dennoch so sehr den Metallsalzen im Allgemeinen gleichen, daß man kaum vermuthen sollte, es wäre eine Säure ihre Basis.

Schwefelsaure Molybdänsäure giebt eine gelbe Auflösung, die zu einer citronengelben Masse eintrocknet, worauf bloß ein Theil wieder in Wasser aufgelöst wird. An der Luft zerfließt die Masse wieder und die Kryalle verschwinden. Wenn die gesättigte Auflösung mit einem Ueberschuß von Molybdänsäure gekocht wird, so erhält man eine trübe milchichte Flüssigkeit, die beim Erkalten gelatinirt und einen hellgelben flockigen Stoff absetzt, den man mit einem basischen Salze vergleichen kann. Dieser ist bis zu einem gewissen Grad in Wasser auflöslich, aber unlöslich in Weingeist, von welchem er dennoch ungeachtet grün gefärbt wird.

Salpetersäure scheint mit Molybdänsäure keine Verbindung einzugehen, die in fester Gestalt erhalten werden kann.

Salzsaure Molybdänsäure, richtiger Molybdän-superechlorid, erhält man, wenn die Molybdänsäure in Salzsäure aufgelöst wird. In fester Form erhält man diese Verbindung, wenn wasserfreies Molybdän-oxyd in einem Strom von Chlorgas gelinde erhitzt



wird. Die Farbe des Chlorgases verschwindet und ein weißer, sich etwas ins Gelbe ziehender Schnee von Krystallschuppen fällt rund umher nieder. Es bleibt Molybdänsäure zurück. Das Superchlorid ist weniger flüchtig als das Chlorid; aber bei einer noch nicht bis zum Glühen reichenden Temperatur wird es mit Leichtigkeit sublimirt. Es schmilzt nicht. Es wird leicht und ohne Rückstand im Wasser aufgelöst, selbst in sehr geringen Mengen desselben. Es ist auch löslich im Weingeist. Es besitzt einen scharfen, zusammenziehenden, hintennach säuerlichen Geschmack.

Mit *Hydriodsäure* vereinigt sich die Molybdänsäure nicht, sondern diese zersetzt jene, scheidet Jod ab, und giebt eine anfangs grüne und hernach blaue Flüssigkeit. Dasselbe geschieht auch, wenn man Hydriodsäure zu einem molybdänsauren Salze hinzusetzt; es scheint also kein Superjodid dargestellt werden zu können.

*Phosphorsaure Molybdänsäure.* Wenn man Molybdänsäure, noch feucht, in Phosphorsaure einträgt, so wird sie sogleich citronengelb. Mit Hülfe der Wärme löst sie sich alsdann auf. Die filtrirte Flüssigkeit ist farblos und hinterläßt nach dem Verdunsten eine wasserklare, zähe Masse, die keine Zeichen von KrySTALLISATION zeigt und einen stark zusammenziehenden Geschmack besitzt. Sie wird sowohl vom Wasser als vom Weingeist leicht aufgelöst. Der letztere löst sie mit gelber Farbe; wird blau beim Verdunsten und hinterläßt einen braunen undurchsichtigen Rückstand, der sich im Wasser mit blauer Farbe auflöst. Wird Molybdänsäure in Ueberschuß mit Phosphor-



stare digerirt, so wird die letztere ausgefällt und bildet mit der Molybdänsäure ein citronengelbes, so zu sagen basisches, in Wasser unlösliches, Salz.

*Arseniksaure Molybdänsäure* giebt auf gleiche Weise eine farblose Auflösung und ein citronengelbes basisches Salz. Die Auflösung krystallisirt, nachdem sie bis zur Syrupconsistenz verdunstet worden ist. Weingeist zersetzt die Krystalle und scheidet einen weissen flockigen Stoff ab, welchen er gleichwohl späterhin auflöst. Während des Verdunstens wird die Lösung blau und schiefst alsdann nicht mehr beim Eintrocknen an.

*Borsäure Molybdänsäure.* Borsäure löst die Molybdänsäure beim Kochen auf. Wird ein Ueberschuss von der letzteren hinzugesetzt, so wird diese undurchsichtig und klebrig wie Terpentin. Die Auflösung wird beim Erkalten milchig. Die filtrirte Flüssigkeit ist farblos und giebt nach dem Verdunsten ein krystallisirtes, farbloses Salz. Weingeist zersetzt die Krystalle, scheidet ein gelbes Pulver ab, und löst Borsäure, mit sehr wenig Molybdänsäure, auf.

*Chromsaure Molybdänsäure.* Die Chromsäure \*) löst Molybdänsäure beim Kochen. Die Auflösung ist gelb. Setzt man Molybdänsäure in Ueberschuss hinzu, so wird diese zu einer gelben durchsichtigen Gallerte. Die filtrirte Auflösung verdunstet, hinterlässt einen gelbbraunen durchsichtigen, nicht krystallisirenden Firnis. Wasser zersetzt diesen in einen leichtlöslicheren bräunlichen und in einen andern blasgelben pulverförmigen Theil, welcher jedoch auch

\*) Bereitet aus flussspathsaurer Chromsäure.

hernach aufgelöst wird, obgleich er mehr Wasser ge-  
braucht.

*Kieselhaltige Flußspathsäure* löst die Molybdän-  
säure mit gelblicher Farbe auf. Die eingetrocknete  
Auflösung bildet einen citronengelben, nicht durch-  
sichtigen Stoff, welcher sich größtentheils mit gelber  
Farbe wieder in Wasser auflöst, während das eine ba-  
sische Verbindung im Wasser ungelöst zurückbleibt.

*Essigsäure Molybdänsäure* erhält man, wenn Mo-  
lybdänsäure durch Kochen in Essigsäure gelöst wird.  
Ein Ueberschuß von der ersteren macht die Auflösung  
trübe und michtig. Die geklärte Flüssigkeit giebt nach  
Verdunstung eine farblose Gallerte, welche hernach  
ohne weiteres Eintrocknen gelb wird und zu einem  
gröblichen gelben Pulver zerpringt, das in sehr ge-  
ringer Menge und mit gelber Farbe vom Wasser ge-  
löst wird.

*Oxalsäure Molybdänsäure* erhält man leicht, wenn  
beide Säuren zusammen digerirt werden. Die Auflö-  
sung ist farblos und selbst ein Ueberschuß von Mo-  
lybdänsäure wird nicht einmal gefärbt. Die Auflö-  
sung giebt beim Verdunsten eine farblose Gallerte,  
welche ohne weiteres Eintrocknen krystallinisch wird.  
Das Salz löst sich vollkommen und mit gelber Farbe  
im Spiritus.

*Saures oxalsaures Kali* vereinigt sich mit der Mo-  
lybdänsäure zu einem nicht krystallisirenden Dop-  
pelsalze.

*Weinsäure Molybdänsäure* ist ein farbloses, nicht  
krystallisirendes Salz. In meinen Versuchen wurde  
die Lösung stets blau beim Verdunsten. Ich muß es  
unausgemacht lassen, ob dieses von irgend einer Bei-

mengung der Weinsäure herrührte. Die Verbindung wird vollkommen von Weingeist gelöst.

*Saures weinsaures Kali* ist das beste Lösungsmittel für Molybdänsäure, und löst beim Kochen auch die geschmolzene und sublimirte Säure auf. Die Auflösung trocknet zu einer gummiähnlichen Masse ein.

*Bernsteinsäure Molybdänssäure* wird durch Digestion beider Säuren mit Wasser erhalten. Die Lösung ist farblos, giebt aber nach dem Verdunsten gelbe Krystalle. Alkohol scheidet aus diesen ein gelbes Pulver ab und löst meist nur Bernsteinsäure auf.

*Eisencyanurtes Molybdänsupercyanid* erhält man, wenn eine Auflösung der vorhergehenden Salze mit Cyan-Eisen-Kalium gefällt wird. Der Niederschlag ist rothbraun, gleich dem mit dem Oxyde und dem Oxydule, aber von einer helleren rothen Farbe. Er löst sich mit dunkelrothbrauner Farbe in einem Ueberschuß von Cyan-Eisen-Kalium auf, und gleicht darin dem vom Cyan-Eisen-Kalium mit den Oxydulsalzen hervorgebrachten Niederschlag; er unterscheidet sich aber von diesem durch sein Verhalten zu Ammoniak, welches denselben in einem Augenblick und ohne alle Farbe auflöst, aus einem Grunde, der leicht einzusehen ist.

Blaues Molybdänoxyd und blaue Molybdänsalze.

Bucholz fand, daß, wenn man Molybdänssäure mit metallischem Molybdän oder selbst mit Molybdänoxyd zusammenreibt und die Mischung alsdann mit Wasser kocht, eine blaue Flüssigkeit erhalten wird, welche auf Lackmuspapier als eine Säure reagirt, stärker als die Molybdänssäure, weshalb er sie in der von

ihm veranstalteten Ausgabe von *Gren's Grundriß der Chemie* als eine eigenthümliche Säure aufführte, die er *molybdänige Säure* nannte, und von der er zugleich einige Salze beschrieb.

Da, wie wir aus dem Vorhergehenden gesehen haben, das Verhältniß zwischen dem Sauerstoff in dem Molybdänoxyd zu dem in der Molybdänsäure ist:  $= 2 : 3$ , so scheint daraus zu folgen, daß das Molybdän keine unvollkommene Säure haben kann, wenn diese nicht gleich der Unterschwefelsäure zusammengesetzt ist aus *zwei* Atomen Molybdän und *fünf* Atomen Sauerstoff. Als ich um die Sättigungscapacität dieser vermeintlichen Säure zu entdecken, dieselbe mit Kali sättigte, fand ich, daß sie durchaus keine eigne Salze hervorbringt, sondern in Molybdänoxydhydrat und in molybdänsaures Alkali zerlegt wird. Buchholz hatte dasselbe Resultat erhalten, aber erst dann, als er die mit Alkali vermischte blaue Auflösung erwärmte. Dieses setzt wieder voraus, daß er eine sehr verdünnte Flüssigkeit anwandte und sehr wenig Alkali hinzusetzte, weil diese alsdann nicht auf einander wirken, als bis sie erhitzt werden. Er schloß aus seinen Versuchen, daß das molybdänigsaure Alkali in der Wärme auf Kosten der Luft zerlegt, und eine höhere Oxydationsstufe gebildet werde, die sich mit gelber Farbe niederschlage. Daraus sieht man, daß sein viertes Oxyd nichts anderes war, als Molybdänoxydhydrat. Buchholz wurde noch weiter zu dieser Vermuthung verleitet, dadurch, daß er aus einer Auflösung in Salpetersäure dasselbe gelbe Oxyd erhielt, dessen Verhalten er jedoch so verwickelt fand, daß er die Ausmittlung desselben der Zukunft überließe. Die

molybdänigsauren Salze, welche er einige Jahre hernach in seiner Ausgabe von Gren's Chemie beschrieb, habe ich nicht erhalten können.

Da das blaue Oxyd von Alkalien in Molybdänsture und Molybdänoxyd zerlegt wird, so muß es auch aus diesen auf einem weniger beschwerlichen Wege als dem von Buchholz angegebenen, zusammengesetzt werden können. Ich löste deshalb molybdänfaures Ammoniak, das unter freiwilligem Verdunsten angeschossen war, (d. h. das Bimolybdat

$NH^6 Mo^2 + 2 Aq$ ) auf und vermischte es mit einer Auflösung von Molybdänchlorid. Die Flüssigkeit wurde sogleich dunkelblau und das blaue Oxyd niedergeschlagen. Enthielt die Flüssigkeit einen Ueberschuß von molybdänsaurem Ammoniak, so ging sie hellblau durch das Filtrum, war dagegen das Chlorid im Ueberschuß, so hatte die durchgehende Flüssigkeit eine grüne Farbe. Der auf dem Filtrum gebliebene Niederschlag glich völlig dem Indigo; er konnte mit Salmiakwasser ausgewaschen werden, und dieß wurde sehr unbedeutend davon gefärbt; aber der Salmiak ließ sich hernach nicht mit Alkohol wegnehmen, weil die blaue Verbindung in diesem auflöslich ist, obgleich nicht so stark als im Wasser. Sie wird sehr langsam im kalten Wasser aufgelöst, so daß der Salmiak auf diese Weise mit einigem Verlust von der blauen Verbindung meistentheils ausgewaschen werden kann; die durchgehende Flüssigkeit wird dennoch so gesättigt blau, daß sie undurchsichtig ist. Wenn das gewaschene Oxyd auf Fließpapier abgetröpfelt ist, und alsdann bei gelinder Wärme getrocknet wird, so er-

hält man es in fester Gestalt gänzlich unverändert und im Ansehen den reineren Sorten von Indigo so ähnlich, daß es im Aeußern nicht von diesen unterschieden werden kann. Es behält seine Löslichkeit in Wasser unverändert. In diesem Zustande enthält es chemisch gebundenes Wasser, was es bei Erhitzung im luftleeren Raum abgiebt, während es sich in ein fast schwarzes Pulver verwandelt. Das Wasser färbt sich hernach blau davon, aber unbedeutend, und Säuren ziehen Molybdänsäure daraus mit gelber Farbe. — Das wasserhaltige blaue Oxyd wird von siedend heißem Wasser in einem weit größeren Verhältniß gelöst, als vom kalten Wasser, und ohne daß die Lösung beim Erkalten etwas absetzt. Bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft bleibt die Lösung unverändert, wenigstens auf die Zeit von einigen Monaten, während der ich sie aufbewahrt habe. Beim Verdunsten in der Wärme bleicht sie ohne Unterlaß, obgleich die letzten Portionen vom blauen Oxyd sich lange erhalten. Vermischt man die blaue Auflösung mit Salmiakpulver, so wird das blaue Oxyd gefällt, in dem Maasse, als sich das Salz auflöst, aber selbst die mit Salmiak gesättigte Flüssigkeit hat noch eine blaue Farbe. Daraus folgt, daß je reicher an Salz die Flüssigkeit ist, in der das blaue Oxyd gebildet wird, dieses um desto vollständiger gefällt wird; dahingegen wird eine verdünnte Flüssigkeit blau, ohne daß ein Niederschlag entsteht. Da in dem molybdänsauren Ammoniak, das zur Fällung des Oxydes angewandt wurde, die Molybdänsäure sechs Mal soviel Sauerstoff enthält, als in der Basis vorausgesetzt wird, so muß das blaue Oxyd, das durch einen einfachen Austausch gebildet worden, aus

einem Atome Molybdänoxyd und vier Atomen Molybdän-  
säure =  $\ddot{Mo} + 4 \ddot{Mo}$  bestehen. Um auch durch  
einen analytischen Versuch diese Zusammensetzung  
zu bestätigen, zerlegte ich eine Portion von gut aus-  
gewaschenem und in Wasser aufgelöstem blauen Oxyd  
durch kauftisches Ammoniak, brachte das gefällte  
Oxydhydrat auf ein Filtrum und küsste es mit Salmiak-  
wasser aus. Die durchgegangene Flüssigkeit, welche  
Molybdän-*säure* enthielt, wurde abgedunstet, bis das  
aller Ueberschuß von Ammoniak in der verdünnten  
warmen Flüssigkeit für den Geruch verschwunden war,  
worauf sie mit Chlorbarium gefällt, und der gebildete  
molybdän-*säure* Baryt, der im Wasser unlöslich ist,  
aufs Filtrum gebracht, gewaschen, geglüht und gewo-  
gen wurde. Das Oxydhydrat wurde in Salpeter-*säure*  
aufgelöst, in Molybdän-*säure* verwandelt, diese mit  
Ammoniak gesättigt, verdunstet bis in der verdünnten  
Auflösung der Geruch verschwunden war, und als-  
dann mit Chlorbarium gefällt. Die von dem Oxyd  
erhaltene molybdän-*säure* Baryterde verhielt sich zu  
dem von der Molybdän-*säure* gebildeten, dem Gewich-  
te nach, wie = 1 : 4, wodurch folglich die Analyse  
das Resultat der Synthese bestätigte. Das blaue Oxyd  
ist also: *doppelt molybdän-*säures* Molybdänoxyd* \*).

\*) Dieser Versuch erklärt auch das Verhalten des blauen Wol-  
framoxydes, welches bei seiner Oxydation zur Säure so unbe-  
deutend an Gewicht zunimmt, das es nicht mit einiger Wahr-  
scheinlichkeit für eine eigene Oxydationsstufe angesehen wer-  
den kann. Wenn dasselbe nämlich  $\ddot{W} + 4 \ddot{W}$  ist, so braucht  
es nur  $1\frac{1}{2}$  pr. Ct. Sauerstoff aufzunehmen um Wolfram-*säure* zu  
werden.

Dies ist jedoch nicht das einzige Verhältniß, worin die Molybdänsäure mit dem Oxyd vereinigt werden kann. Um auf einem anderen als dem angeführten Wege das blaue Oxyd zu analysiren, vermischte ich bei einem Versuche 2 Thl. Molybdänpulver mit 1 Thl. Molybdänsäure und mit sehr vielem Wasser, und setzte die Mischung in einer hermetisch verschlossenen Flasche einer Temperatur aus, die nach der verschiedenen Zeit des Heizens zwischen  $+40^{\circ}$  und  $+60^{\circ}$  schwankte. Die Flüssigkeit wurde blau in den ersten Stunden. Nach ein Paar Tagen hatte die blaue Farbe das Maximum ihrer Intensität erreicht, und nach 4 Tagen war sie in ein dunkles Grün übergegangen, welches sich dann nicht mehr veränderte. Sie enthielt jetzt ein grünes (olivenfarbenes) Oxyd, welches durch Auflösen von Salmiakpulver in der Flüssigkeit völlig niedergeschlagen werden konnte, und beim Waschen mit reinem Wasser wieder aufgelöst wurde. — Wenn eine Mischung von Molybdänchlorid und blanem Oxyd mit Ammonik gefällt wird, so erhält man einen völlig gleichen Niederschlag, der aber beim Auswaschen mit reinem Wasser zuerst eine blaue Flüssigkeit giebt und das Oxydhydrat zurückläßt, das hernach allein gelöst wird. Ich habe die Zusammensetzung dieses grünen Oxydes nicht untersucht. Dies scheint anzudeuten, daß man es als neutrales molybdänsaures Molybdänoxyd betrachten könne.

Auch dieses ist von Buchholz beobachtet worden. Es ist sein fünftes Oxyd. Es bildete sich, als er die Auflösung des blanen Oxydes mit Molybdänpulver in einem offenen Gefäße digerirte; er hatte bemerkt, daß



die Auflösung ihre Farbe beim Verdunsten verlor und setzte Molybdän hinzu, um die wieder gebildete Säure zu reduciren. Dies führte ihn zu der Vermuthung, daß nicht eine, durch das hinzugesetzte Molybdän erzeugte, Reduction, sondern eine Oxydation auf Kosten der Luft, die Ursache zur Bildung desselben war.

Aus dem, was ich jetzt über die Oxydationsstufen des Molybdäns angeführt habe, halte ich es für bewiesen, daß dieses Metall nur *drei* bekannte Oxydationsstufen hat: *Oxydul*, *Oxyd* und *Säure*; daß Bucholz's *erstes* Oxyd schwerlich etwas anderes, als angelauenes Metall ist, weil das Oxydul auf trockenem Wege nicht gebildet wird; daß das *zweite* wasserfreies Molybdänoxid ist, das *dritte*: doppelt molybdänsaures Molybdänoxid, das *vierte*: Molybdänoxidhydrat, und das *fünfte*: molybdänsaures Molybdänoxid, aller Wahrscheinlichkeit nach in gleichem Sättigungszustande mit den neutralen molybdänsauren Salzen.

Die Neigung der Molybdänoxidsalze, durch Oxydation blau oder grün zu werden, so wie die der Salze, in denen Molybdänsäure die Basis ist, durch Reduction, z. B. durch Zusatz von Alkohol oder ein wenig Molybdänmetall, nach Umständen blau oder grün zu werden, zeigt, daß diese Salze eine Anlage haben Doppelsalze zu bilden, in welchen die Säure und das Oxyd vom Molybdän die beiden Basen sind, eine Klasse von Doppelsalzen, von denen wir schon beim Eisen einige analoge Beispiele kennen. Die blauen Doppelsalze werden vorzugsweise gebildet. Ich habe diese Salze nicht mit besonderer Aufmerksamkeit unter-

sucht; alles, was ich in Bezug auf sie beobachtet habe, ist: daß sie, außer der Farbe, auch hinsichtlich ihrer Löslichkeit in Wasser, ihrem Vermögen zu krystallisiren u. s. w. ganz verschieden sind von den beiden Salzen, aus welchen sie bestehen. Sie verdienen gewiß näher gekannt zu werden, aber das Studium derselben hätte mich weiter ins Detail geführt, als meine Zeit erlaubte.

Die Versuche, welche ich über das Schwefelmo-  
lybdän angestellt habe, werden in einer Abhandlung,  
über die Schwefelsalze, der K. Akademie vorgelegt  
werden. [Sie ist die dritte in diesem Hefte. P.]

---

## II.

*Untersuchung über das Brechungsvermögen der elastischen Flüssigkeiten;*

VON

Herrn DULONG \*).

Die Auffuchung der Ursachen fast aller physikalischen Erscheinungen führt unvermeidlich zu irgend einer Hypothese über die innere Constitution der Körper. Selbst Newton, dem man gewiß nicht vorwerfen kann, daß er leichtsinnig Hypothesen angenommen habe, läßt sich bei einigen seiner Arbeiten auf mehr oder weniger wahrscheinliche Vermuthungen über die Anordnung der letzten Theilchen der Materie ein. Es war indess zu fürchten, daß alle diese, ihrer Natur nach sehr vagen, Schöpfungen des Geistes niemals Bestimmtheit genug erreichen würden, um bündigen und strengen Beweisen unterworfen zu werden. Eine neue Klasse von Thatfachen aber, die wir den Fortschritten der heutigen Chemie verdanken, erlaubt uns zu hoffen, daß die Corpuscularphysik bald Elemente besitzen werde, die einer numerischen Berechnung fähig sind. Schon haben die Gesetze bei den Verhältnissen der chemischen Verbindungen Mittel geliefert, die Massenverhältnisse der materiellen Moleküle zu bestimmen. Durch Uebertragung dieser Vorstellungen auf das Studium einiger Wärmeerschei-

\*) Annales de Chim. et Phys. XXXI. 154.

nungen, haben Petit und ich gezeigt \*), daß, wenn die specifische Wärme, nicht wie sonst geschah in Bezug auf die Einheit des Gewichtes, sondern in Bezug auf jedes der verschiedenartigen Molekel für sich, gemessen wird, man sogleich einfache Verhältnisse und einen notwendigen Zusammenhang entdeckt, zwischen Eigenschaften, die bisher als außer aller Verbindung stehend betrachtet wurden.

Die seit langer Zeit zwischen den Haupterscheinungen der Wärme und des Lichts bemerkte Analogie, konnte einen gleichen Erfolg vorhersehen lassen, wenn derselbe Kunstgriff auf das Brechungsvermögen der elastischen Flüssigkeiten angewandt würde. Es war

\*) *Annales de Chim. et Phys.* X. 395. [Das Hauptresultat, was die Hrn. Petit und Dulong fanden, bestand darin: daß die specifische Wärme der von ihnen untersuchten elementaren Körper, multiplicirt mit den Atomengewichten dieser Körper selbst, oder mit gewissen Multiplen derselben, Producte gaben, die für alle diese Körper fast dieselben waren, wie man dies aus nachstehender Tafel ersieht:

Specifische Wärmen | Atomengewichte | Product beider

Wismuth	0,0288	13,30	0,3830
Blei . .	0,0293	12,95	0,3794
Gold . .	0,0298	12,43	0,3704
Platin . .	0,0314	11,16	0,3740
Zinn . .	0,0514	7,35	0,3779
Silber . .	0,0557	6,75	0,3759
Zink . .	0,0927	4,03	0,3736
Tellur . .	0,0912	4,03	0,3675
Kupfer . .	0,0949	3,957	0,3755
Nickel . .	0,1035	3,69	0,3819
Eisen . .	0,1100	3,392	0,3731
Kobalt . .	0,1498	2,46	0,3685
Schwefel	0,1880	2,011	0,3780

Bei den specifischen Wärmen ist die des Wassers zur Einheit genommen; bei den Atomengewichten das des Sauerstoffes. (P.)]

selbst wahrscheinlich, daß man auf diesem Wege, in der Kenntniß über die durch den Act der Verbindung den materiellen Molekeln eingepflanzten Modificationen, noch weiter vordringen werde; denn die Beobachtung des Brechungsvermögens erträgt eine größere Genauigkeit, als die Messung der specifischen Wärme, besonders bei den elastischen Flüssigkeiten, die überdies sich mehr zu dieser Art von Untersuchung eignen, als tropfbare Flüssigkeiten und starre Körper. Um diese Vermuthung erweisen zu können, mußte man genaue Messungen über das Brechungsvermögen aller einfachen und möglichst vieler zusammengesetzten Gase besitzen, damit man die Wirkungen der verschiedenen Grade der Condensation kennen lernte.

Die Abhandlung der Hrn. Biot und Arago \*) über die Verwandtschaft der Körper zum Licht, welche man immer als ein Muster von Genauigkeit nennen wird, umfaßt eine zu begränzte Anzahl von Fälle, um die nöthigen Data zur Lösung derjenigen Aufgabe zu liefern, mit welcher wir uns beschäftigen.

Die neueren Untersuchungen der Hrn. Arago und Petit \*\*) hatten einen andern Zweck; denjenigen nämlich, zu prüfen, ob die Wirkung eines und desselben Körpers auf das Licht stets seiner Dichtigkeit proportional bleibe, wie es nach der Newtonschen Theorie am naturgemäßeften scheint.

\*) Mémoires de la 1re Classe de l'Institut. T. VII. Ann. 1807. Dief. Ann. XXV. 345 und XXVI. 36.

\*\*) Annales de Chim. et Phys. I. 1. Dief. Ann. LXXXI. 250.

Es war daher nothwendig, neue Untersuchungen anzustellen, hauptsächlich mit zusammengesetzten Gasarten, deren Bestandtheile sich gleichfalls in Gasform beobachten lassen.

Diese Arbeit ist es, welche ich ausgeführt habe, und welche den Gegenstand der Abhandlung bildet, die ich heute die Ehre habe der Akademie vorzulegen.

Das von den Hrn. Biot und Arago angewandte Verfahren bestand darin, daß man die Ablenkung, welche das Licht bei seinem Durchgange durch ein hohles und folgenreise mit verschiedenen Gasarten gefülltes Prisma erlitt, unmittelbar mit einem Repetitionskreise maßt. Die Menge der Vorichtsmaßregeln, welche die direkte Messung dieses, gewöhnlich nur einige Minuten betragenden, Winkels erfordert; der Einfluß, welchen die Veränderungen der Atmosphäre auf diese Operation ausüben und welcher nicht immer zu corrigiren ist, geben den Resultaten eine ziemlich beträchtliche Ungenauigkeit.

Der schöne Versuch von Hrn. Arago über die Ortsverrückung der Diffractions-Streifen, durch Hineinstellung eines durchsichtigen Körpers in einen der interferirenden Lichtbündel \*), brachte unsern gelehrten Kollegen auf ein neues Mittel zur Bestimmung des Brechungsvermögens der Gase, welches fast eine unbestimmte Genauigkeit erträgt. Kein anderes Mittel wäre gewiß mit ihm zu vergleichen, wenn es sich bloß darum handelte, geringe Unterschiede zwischen zweien Körpern nachzuweisen; aber

\*) Diese Ann. LXXXI. 248.

es würde wahrscheinlich seine Vorzüge verlieren, wenn man es bei einer Reihe von Körpern, die das Licht sehr ungleich brechen, zur Messung des Brechungsvermögens anwenden wollte.

Das Verfahren, zu welchem ich mich entschlossen habe, scheint mir mit dem Vorzug einer viel leichteren Ausführbarkeit, eine Genauigkeit zu vereinigen, welche hinreichend ist, um das von mir beabsichtigte Ziel zu erreichen.

Es gründet sich auf ein Gesetz, was von den Hrn. Biot und Arago in der erwähnten Abhandlung bewiesen wurde und ich bei mehreren andern Gasen bestätigt habe, nämlich: daß für eine und dieselbe elastische Flüssigkeit die Vergrößerung der Geschwindigkeit des Lichtes bei seinem Uebergange vom Vacuum in dies Gas, oder, im Sinne der Undulationshypothese gesprochen, die Verringerung dieser Geschwindigkeit, genau proportional bleibt den Veränderungen der Dichte des Gases. Da es nun sehr leicht ist, die Dichte eines Gases zu vermehren oder zu verringern, so kann man sie immer auf einen solchen Grad bringen, daß die Geschwindigkeit des Lichtes dieselbe ist in diesem Gas und z. B. in der atmosphärischen Luft; und wenn man die Dichtigkeit des Gases und der Luft bestimmt, sobald diese Bedingung erfüllt ist, so reicht eine einfache Portion hin, um das Verhältniß des Anwuchses der Geschwindigkeit für den Fall zu kennen, daß beide Gase gleiche Elasticitäten besitzen.

Diese Art von Beobachtung kann zwar nur die Verhältnisse der Berechnungsvermögen aller Gase in Bezug auf das zur Einheit angenommene Vermögen

eines unter ihnen kennen lehren, aber diese Kenntnisse ist auch die einzige, die wir zu erlangen nöthig haben.

Hier die Beschreibung des Apparates, der mir zur Ausführung der so eben gegebenen Idee gedient hat.

Ein hohles Prisma *AB*, gebildet aus einem dicken Glasrohre, dessen beide Enden durch zwei ungefähr um  $145^\circ$  gegen einander neigende Spiegelgläser verschlossen sind, steht durch ein Glasrohr *S* in Verbindung mit einem Cylinder *Z* aus gleichem Material, von einem Meter Länge und fünf Centimetern im Durchmesser. Der Cylinder hat an jedem seiner Enden eine Dille von gefirnisstem Eisen. Die an dem unteren Ende ist mit einem eisernen Hahne *G* versehen; die obere trägt drei eiserne Röhren, ebenfalls dazu bestimmt eine Verbindung herzustellen, die eine *N* mit dem Prisma, die zweite *O*, durch das daran befestigte Bleirohr *J*, mit einer Luftpumpe, und die dritte *M* mit einer Hahnglocke *R*, die auf einer Quecksilberwanne steht.

Das Prisma ist an einem Träger *EF* wohl befestigt und so gestellt, daß ein entferntes Sehzeichen durch dasselbe wahrgenommen werden kann. Der in aufrechter Stellung befestigte Glaszylinder *z* kann mit Quecksilber gefüllt werden durch ein kleines Rohr zur Seite *J*, was ein wenig länger ist als der Cylinder und mit diesem am unteren Ende in Verbindung steht.

Diese Anordnung erlaubt, wie man sieht, das Prisma luftleer zu machen, in dasselbe ein beliebiges Gas, das jedoch nicht das Quecksilber angreift, hin-



einzubringen, es durch Ausfließen einer zweckmäßigen Menge Queckfilber nach Willkühr auszudehnen und endlich in jedem Augenblick die Elasticität zu messen. Zu dieser Messung habe ich mich fast beständig der Barometerröhre *U* bedient, die an der Luftpumpe angebracht ist.

Wenn aber das Gas von solcher Art ist, daß es die Pumpe angreift, so wird, damit es nicht in diese eindringt, der Hahn *O* geschlossen; man läßt es durch die obere Röhre *C* hinausgehen, indem man unter der Glocke *R* einen Strom von Wasserstoffgas oder Kohlenäure hervorbringt. In diesem Falle wird die Elasticität durch den Unterschied der Queckfilber Spiegel in den Röhren *Z* und *J* gemessen.

Es wäre ein Leichtes gewesen, den Apparat so einzurichten, daß er eine Compression des in ihm enthaltenen Gases erlaubt hätte. Da es aber ziemlich schwer hält, das Entweichen eines comprimierten Gases zu verhindern und überdies die Vergleichung zweier Gase sich mit eben so vielem Erfolg bewerkstelligen läßt, wenn man dasjenige, was das größte Brechungsvermögen besitzt, dilatirt, so habe ich fast immer dieses letztere Mittel angewandt. Um gewiß zu seyn, daß das Licht in zweien Gasarten gleiche Geschwindigkeiten habe, reicht es hin sich zu versichern, daß dasselbe bei seinem Durchgange durch einen Raum, der folgerweise von beiden Gasarten eingenommen und durch zwei ebene Glasplatten von constanter Neigung gegen einander begränzt wird, unter gleicher Incidenz die nämliche Ablenkung erfahre. Diesen Zweck erreicht man durch das astronomische Fernrohr *X*, welches im Brennpunkte seines Objecti-

ves mit einem Fadenkreuz versehen und vor dem Prisma in einer zweckmäßigen Höhe auf einem zweier gegen einander rechtwinklichen Bewegungen fähigen Fußgestelle aufgerichtet ist. Dasselbe steht wohlbefestigt auf einem massiven Mauerwerke *V*, dessen Veränderungen in der Höhe mittelst Temperaturwechsel, da sie stets gering sind und langsam geschehen, die Richtung des Fernrohrs nicht verändern können. Wenn das Prisma offen steht und das Fernrohr auf das Sehzeichen gerichtet ist, so sieht man, ob an den Gläsern, durch welche das Licht einfällt und austritt, die äußeren und inneren Flächen parallel sind, wenn durch Zwischensetzung des Prismas keine Ablenkung erzeugt wird. Indess ist bei dem Verfahren, was ich beschreibe, diese Bedingung nicht nothwendig. Man kann gewöhnliches Spiegelglas anwenden, dessen Flächen beständig um eine sehr merkliche GröÙe gegen einander geneigt sind. Es ist auch selbst nicht nöthig, daß die beiden Refractionen beim Ein- und Austritt am Prisma, in der nämlichen Ebene geschehen, ebensowenig als den Brechungswinkel zu kennen. Es ist bloß von Nutzen diesen Winkel recht groß zu machen, damit die Ablenkung sehr stark sey.

Ich werde jetzt die Art des Verfahrens angeben.

Man fängt damit an, die ganze innere Oberfläche des Apparates völlig auszutrocknen, indem man einen Strom von getrocknetem Hydrogengas durch denselben hindurchgehen läßt. Man evacuiert hierauf den Apparat und füllt das Prisma mit trockner atmosphärischer Luft. Dazu ist unterhalb des Tellers der Luftpumpe ein mit Chlorcalcium gefülltes Rohr *T* angebracht, das durch einen Hahn abgeschlossen werden

kann. Dieses Rohr, das ich seit langer Zeit gebrauche, ist bei einer grossen Anzahl von Versuchen sehr bequemt. Man richtet alsdann das Fernrohr auf das durch das Prisma wahrzunehmende Selbzeichen. Da der Apparat offen bleibt, so ist die Elasticität der in ihm enthaltenen Luft durch das Barometer gegeben. Man evacuirt den Apparat zum zweiten Male, und um die letzten Antheile der Luft daraus zu vertreiben, bringt man eine gewisse Menge von dem Gase hinein, das man der Beobachtung unterwerfen will; endlich läßt man das Gas in das aufs Neue evacuirte Prisma so lange einströmen, bis das Selbzeichen genau mit dem Durchschnittspunkte der Fäden zusammenfällt. Hat man die Vorsicht beobachtet, das Gas langsam einströmen zu lassen, so ist ziemlich leicht der Augenblick zu ergreifen, wo jene Coincidenz genau Statt findet; oder auch, wenn eine überschüssige Menge eingeführt ist, öffnet man den unteren Hahn *G*, bis das verdünnte Gas genau die erforderliche Dichtigkeit hat, um eben so stark wie die Luft zu brechen. Alsdann mißt man die Länge der Quecksilbersäule, in dem an der Luftpumpe befestigten Barometer, oder die Differenz im Niveau dieser Flüssigkeit in den Röhren *Z* und *J*; zieht man nun die eine oder die andere von dem gleichzeitigen Drucke der Atmosphäre ab, so hat man offenbar diejenige Elasticität des Gases, welche der gesuchten Bedingung genügt. Nach dem zuvor angeführten Grundsätze ist nun eine einfache Proportion hinreichend, um den Anwuchs der Geschwindigkeiten des Lichtes in dem nämlichen Gase zu finden, für den Fall, daß dieses im Augenblicke des Versuches gleiche Elasticität mit der Luft gehabt hätte.

Bei dem Wasserstoff- und Sauerstoffgase, welche ein schwächeres Brechungsvermögen als die Luft besitzen, hat es Vortheil, einen umgekehrten Gang zu befolgen, nämlich, statt jene so weit zu verdichten, daß sie mit der letzteren ein gleiches Brechungsvermögen erhalten, das Fernrohr alsdann einzustellen, wenn das Prisma mit einem der beiden Gase unter dem Druck der Atmosphäre gefüllt ist, und hierauf die Luft so weit zu verdünnen, bis deren Brechungsvermögen auf das des Gases reducirt ist.

Wenn die Gasart das Quecksilber angreift, muß man die Beobachtungsart ein wenig abändern. Die Verbindungsröhre zwischen dem Prisma und dem das Quecksilber enthaltenden Cylinder, ist aus drei Theilen zusammengesetzt (Taf. VI. Fig. 2). Das Mittelstück *LK* trägt an seinem oberen Theile ein kleines cylindrisches Gefäß, welches zwischen seinen äußeren Wänden und dem Rohre einen ringförmigen Zwischenraum läßt. Eine ähnliche Vorrichtung befindet sich an dem oberen Ende der Röhre *N*. Die Durchmesser dieser verschiedenen Theile sind so gewählt, daß man das Mittelstück fortnehmen oder einsetzen kann, ohne an dem Uebrigen des Apparates irgend etwas zu verändern.

Wenn man z. B. das Brechungsvermögen des Chlorgases bestimmen will, so nimmt man die mittlere Röhre *LK* fort, und bringt an dem Ende *S* eine Röhre an, mittelst der man den Ueberschuß des durch die obere Oeffnung *D* in das Prisma eingeführten Gases, zum Laboratorio hinausleitet. Wenn sich die Coincidenz des Sehzeichens mit dem Fadenkreuze nicht mehr verändert, was anzeigt, daß das

Gas rein ist, so befestigt man das Fernrohr in seiner Lage. Man vertreibt hierauf das Chlor durch einen Strom von Kohlen säure gas, bringt die Röhre *LK* wieder an ihre Stelle, und gießt die bei dem Napfe *L* und *K* mit einem leichtflüssigen Kitt aus. Nachdem nun die Oeffnung *D* durch einen kleinen mit Wachs überzogenen Glasstöpsel verschlossen worden ist, macht man den Apparat luftleer und bringt in das Prisma ein Gas, dessen Brechungsvermögen grösser ist als das des Chlors; ich habe mich hiezu des Cyangases bedient. Hierauf bestimmt man das Brechungsvermögen des Chlors und des Cyans wie vorhin, und da das Vermögen des letzteren bekannt ist, so bezieht man das des Chlor auf die gemeinschaftliche Einheit. Dieß Verfahren erfordert eine so beträchtliche Zeit, daß man es nur unter den günstigsten Zuständen der Atmosphäre ausführen kann, nämlich zur Zeit des *Maximums* der Temperatur des Tages.

Handelt es sich um einen Dampf, der bei gewöhnlicher Temperatur den Druck der Atmosphäre nicht ertragen kann, so macht man den Apparat luftleer, und füllt den Raum zwischen den beiden Hähnen *O* und *P* mit der Substanz im tropfbar flüssigen Zustande, von der man alsdann eine so geringe Menge, als man will, in den Apparat hinein bringt. In dem übrigen bleibt das Verfahren das nämliche.

Es ist leicht den Grad der Empfindlichkeit dieses Verfahrens zu schätzen und es unter diesem Gesichtspunkte mit dem der Herren Biot und Arago zu vergleichen. Für die atmosphärische Luft betrug die Ablenkung bei 0<sup>m</sup>,76 Druck und mit einem Prisma von 145° ungefähr 5 Minuten. Als jene Physiker diese

Ablenkung zu verschiedenen Zeiten mit einem Bordschen Kreise maßen, fanden sie von einem Tage zum andern Unterschiede von 16 Sekunden. Sey es nun der sich in ungleichen Mengen auf die Glasplatten des Prismas absetzende Wasserdampf, dem, wie jene Physiker voraussetzen, diese Unregelmäßigkeiten zugeschrieben werden müssen, oder sey es irgend eine andere Ursache; so viel ist gewiß, daß die GröÙe der Ablenkung mit der Zeit zu variiren vermag. Bei unserm Verfahren aber reichen wenige Minuten hin um alle Messungen zu machen, und in dieser Zwischenzeit sind alle möglichen Veränderungen von geringem Belange. Mit einer falslichen Vergrößerung kann man bei der Coïncidenz des Fadenkreuzes mit dem Sehzeichen noch Unterschiede von wenigstens einem Viertelmillimeter in der Elasticität der meisten Gase merklich machen. Da man eine Quecksilberfäule leicht bis auf ein Zehntel eines Millimeters mißt, so sieht man also, daß die Fehler unterhalb  $\frac{1}{3000}$  des totalen Effectes liegen. Ich halte diese Genauigkeit wenigstens für zehnmal größer, als die, welche der Gebrauch des Repetitionskreises mit sich bringt. Es ist indeß unnöthig in den Untersuchungen, welche uns beschäftigen, die Annäherung so weit zu treiben. Da man für die Reinheit des Gases meistens nur bis auf  $\frac{1}{200}$  einstehen kann, so habe ich geglaubt die Vergrößerung des von mir gebrauchten und zu einem andern Zweck verfertigten Fernrohrs nicht verändern zu dürfen, weil es hinreichend war in der Elasticität der Luft einen Unterschied von einem Millimeter wahrzunehmen, der ungefähr  $\frac{1}{700}$  des totalen Effectes entspricht.

Ich habe zuvor gesagt, daß der Satz, auf welchem sich das von mir beschriebene Verfahren gründet, bewiesen werden solle. Dazu reicht es hin an einem Gemenge von zwei Gasen in bekannten Verhältnissen das Brechungsvermögen zu beobachten und das Resultat mit dem zu vergleichen, welches man durch die Rechnung in der Voraussetzung findet, daß die Wirkung von einem jeden Bestandtheile des Gemenges seiner Dichtigkeit proportional bleibe. Stimmen Rechnung und Beobachtung überein, so kann man daraus schließen, daß der Satz genau ist, und dies findet in der That auch Statt. Hier einige Beispiele:

Gemenge von Kohlen säure gas und	{ Kohlenf. 730,5 . . 25,88
gemeiner Luft. Temperatur = 23°C.	{ Luft 2092,0 . . 74,12
	<hr/>
	100,00

Die Ablenkung war gleich, wenn die Elasticitäten betragen:

für die Luft . . . . 0<sup>m</sup>,5757

für das Gemenge . . 0<sup>m</sup>,5054

Nach dieser Beobachtung wird das Verhältniß des Anwuchses der Geschwindigkeit in dem Gemenge und in der Luft seyn, wie 1,136 zu 1. Der Werth des Brechungsvermögens der Kohlen säure = 1,526 führt fast zu demselben Resultat.

Gemenge aus Wasserstoffgas und Kohlen säure gas, zu gleichen Theilen. Temperatur = 21°C.

Elasticität der Luft . = 0<sup>m</sup>,7580 — 0<sup>m</sup>,2254 = 0<sup>m</sup>,5326

Elasticität des Gemenges = 0<sup>m</sup>,7580 — 0<sup>m</sup>,2263 = 0<sup>m</sup>,5317

Brechungsvermögen nach der Beobachtung . = 1,0017

Dasselbe nach der Berechnung \*) . . . = 0,999

\*) Man sehe die Tafel über das Brechungsvermögen Seite 408.

Die atmosphärische Luft besitzt auch ein Brechungsvermögen, dem gleich, was man aus dem Vermögen seiner Bestandtheile ableitet.

Unter derselben Elasticität sind die Brechungsvermögen der drei Hauptbestandtheile der Luft, nämlich folgende:

Sauerstoffgas . . .	0,924
Stickgas . . . . .	1,02
Kohlensäuregas . .	1,526

Nimmt man in der Luft 0,21 Sauerstoff und 0,79 Stickgas an, so wird das Brechungsvermögen der Luft seyn = 0,99984, und fügt man diesem 0,0026 hinzu für den Ueberschuss des Brechungsvermögens, das von 0,0005 vorhandener Kohlensäure herrührt, so kommt 1,001 für das Brechungsvermögen der Luft, wie es aus deren Elementen abgeleitet wird \*).

Diese Beispiele, denen ich noch einige andere analoge Resultate hinzufügen könnte, welche bei Gemengen erhalten wurden, die sowohl durch die Natur

\*) Die meisten Chemiker betrachten die Elemente der atmosphärischen Luft als bloß gemengt mit einander. Es giebt auch in der That keinen Beweis, daß sie chemisch verbunden seyen. Indess ist der Dr. Prout †) von der Annahme einer Verbindung und eines einfachen Volumenverhältnisses der Bestandtheile ausgegangen, um die Dichtigkeit des Sauerstoffgases und Stickgases zu bestimmen, welche seinem Systeme über die specifischen Gewichte der elementaren Körper zur Grundlage dienen. Man wird aber bald hernach sehen, daß wenn die Bestandtheile der Luft eine Verbindung ausmachten, diese die einzige seyn würde, in welcher das Brechungsvermögen gleich ist der Summe der ihrer Elemente.

†) Annales de Chim. et Phys. I. 411.



als auch durch das Verhältniß ihrer Bestandtheile verschieden waren, sind hinreichend, um das in Rede stehende Princip wenigstens für die permanenten Gasarten zu bestätigen. Wenn die Dämpfe hinlänglich entfernt sind von dem *Maximum* der Dichte, was einer jeglichen Temperatur entspricht, so besitzen sie dieselben Eigenschaften, wie die permanenten Gasarten; ich habe mich indess versichert, daß nahe bei diesem *Maximum* das Brechungsvermögen in einem merklich größeren Verhältnisse als das der Dichte wächst. Man kann dies aus der folgenden Tafel ersehen.

Da alle Beobachtungen auf dieselbe Art angestellt worden sind, so würde es überflüssig seyn in das Detail eines jeden einzelnen einzugehen. Ich begnüge mich daher die Resultate sämmtlich berechnet zu geben.

Die nachstehende Tafel enthält die Verhältnisse der Brechungsvermögen von 22 Gasen bei gleicher Elasticität. Beobachtungen, die von 8° bis 32° C. mit denselben Gasen gemacht wurden, haben mir genau dieselben Werthe gegeben; so daß die Temperatur, wenigstens innerhalb dieser Gränzen, keinen Einfluß auf diese Verhältnisse auszuüben scheint.

Brechungsvermögen der Gase bei gleicher Temperatur und unter gleichem Druck, wenn das der atmosphärisch Luft zur Einheit angenommen wird.

Namen der Gase	Brechungs- vermögen	Dichtigkeit
atmosphärische Luft . . . . .	1,000	1,000
Sauerstoffgas . . . . .	0,924	1,1026
Wasserstoffgas . . . . .	0,470	0,0685
Stickstoffgas . . . . .	1,020	0,976
Chlorgas . . . . .	2,623	2,47
Stickstoffoxydngas . . . . .	1,710	1,527
Stickstoffoxydgas (Gas nitreux) . . . . .	1,03	1,039
Chlorwasserstoffgas . . . . .	1,527	1,254
Kohlenoxydgas . . . . .	1,157	0,972
Kohlensäuregas . . . . .	1,526	1,524
Cyngas . . . . .	2,832	1,818
Ölbildendes Gas . . . . .	2,302	0,980
Sumpfluft . . . . .	1,504	0,559
Salzäther . . . . .	3,72	2,234
Hydrocyan säuregas . . . . .	1,531	0,944
Ammoniakgas . . . . .	1,309	0,591
Phosgengas . . . . .	3,936	3,442
Schwefelwasserstoffgas . . . . .	2,187	1,178
schwefligsaures Gas . . . . .	2,260	2,247
Schwefeläther . . . . .	5,197	2,580
Schwefelkohlenstoffgas . . . . .	5,110	2,644
Phosphorwasserstoffgas im Minim. . . . .	2,682	1,256

Die Dämpfe des Salzäthers, des Schwefeläthers und des Schwefelkohlenstoffs wurden bei einer Dichte genommen, die zwei oder drei Mal geringer war als die, welche dem *Maximum* in Bezug auf jede Beobachtung entsprach. Die in der obigen Tafel enthaltenen Zahlen sind also mit denen bei den permanenten Gasen vergleichbar. Als ich diese Dämpfe im *Maximum* ihrer Dichte nahm, fand ich ihre Brechungsvermögen wie folgt:

Salzäther . . . .	= 3,87
Schwefelkohlenstoff	= 5,198
Schwefeläther . .	= 5,290

---

Die größten Fehler, welche sich in diese Art von Bestimmungen einschleichen können, hängen weniger von der Genauigkeit des optischen Verfahrens ab, als vielmehr von der Reinheit der Gase. Dieser letzteren Ursache vor allem schreibe ich die Unterschiede zu, welche die von den Hrn. Biot und Arago bestimmten Werthe der Brechungsvermögen, mit denen durch meine eigenen Beobachtungen gefundenen darbieten. Damit man beurtheilen könne, ob die von mir erhaltenen Zahlen mit einigen aus dieser Quelle herrührenden Ungenauigkeiten behaftet sind, werde ich hier kürzlich die Vorichtsmafsregeln angeben, die ich befolgt habe, um mir die nöthigen Gase zu verschaffen. Sie alle sind durch Kalk oder durch salzsaurer Kalk getrocknet worden.

*Sauerstoffgas.* Aus vorläufig geschmolzenem chlorsaurem Kali; das Gas ging durch eine Kalilauge und durch ein Rohr, worin Stückchen von feuchtem Kali enthalten waren.

*Stickgas.* Aus atmosphärischer Luft, durch anfangs lebhafte und hernach langsame Verbrennung von Phosphor. Das Gas wurde nacheinander mit einer Auflösung von Chlor und mit Kalilauge gewaschen.

Das aus der Zersetzung des Stickstoffoxydgas mittelst rothglühenden Kupfers bereitete Gas hat genau das nämliche Brechungsvermögen. Dies ist vielleicht der einzige Beweis, den man bis jetzt hat, dafs das Radikal der Salpetersäure identisch ist mit dem Gase, welches von der atmosphärischen Luft übrig bleibt, nachdem der Sauerstoff und die Kohlen Säure absorbiert worden.

*Wasserstoffgas.* Mittelft käuflichen Zinks und einer von Salpetersäure freien Schwefelsäure. Das durch eine starke Kali-

lange gewaschene Gas ging durch ein Rohr, gefüllt mit Stückchen von angefeuchtetem Kali; es war ohne Geruch.

*Chlorgas.* Aus Manganoxyd, das frei von Kohlensäure war. Das Gas durchstrich eine lange Säule von Wasser.

*Kohlensäuregas.* Aus weißem Marmor mittelst Salpetersäure. Das Gas ging durch ein langes Rohr, gefüllt mit krySTALLISIRTEM und zerstoßenem kohlensauren Natron.

*Stickstoffoxydulgas.* Aus der Zersetzung des salpetersauren Ammoniaks durch eine gelinde Wärme. Das Gas ging folgeweise durch Kalilauge und Schwefelsäure.

*Stickstoffoxydgas.* Aus Stickstoffoxyd-Kali (nitrite de potasse), das durch Glühen von Salpeter erhalten war und durch Schwefelsäure zerlegt wurde. Das Gas ging in eine mit Wasser gefüllte Flasche und über feuchtes Kali.

*Ammoniakgas.* Aus flüssigem, sehr reinem Ammoniak.

*Hydrochlorsäuregas.* Aus sehr reiner flüssiger Säure.

*Kohlenoxydgas.* Aus einem Gemenge von Marmor und Eisen. Beide waren vorläufig für sich geglüht; das Wasserstoffgas, was es enthielt, wurde in Rechnung genommen.

*Cyngas.* Aus neutralem, mit Sorgfalt getrocknetem, Cyanquecksilber. Das Gas blieb drei Tage hindurch mit rothem Quecksilberoxyd in Berührung und man bestimmte die verhältnismäßige Menge von Stickgas, die es enthielt.

*Öelbildendes Gas,* nach dem gewöhnlichen Verfahren von Hrn. de Saussure bereitet. Durch Kali und Wasser wurde es von der Kohlensäure, der schwefligen Säure und dem Aether befreit.

*Sumpfgas.* Aufgefangen in dem Fluß von Bièvre. Es enthielt ungefähr ein Zehntel an Schwefelwasserstoff und Kohlensäure, erlitt aber keine merkliche Verringerung durch Phosphor und enthielt nur 2,8 pr. Ct. Stickgas, die man in Rechnung nahm. Es absorbirte nahe das Doppelte seines Volumens an Sauerstoff und gab ein dem feinigsten gleiches Volumen an Kohlensäure. Ich führe dies Resultat an, weil ein ausgezeichnete Chemiker, Hr. Brande, kürzlich Zweifel über das Daseyn dieser Verbindung aufgeworfen hat \*).

\*) Ann. de Chim. et Phys. XVIII. 71.

**Salzäther**, mit Sorgfalt nach dem Verfahren des Hrn. Thénard bereitet und vollkommen von Alkohol befreit.

**Hydrocyangas**. Nach dem Verfahren des Hrn. Gay-Lussac dargestellt, mit aller nöthigen Vorsicht, um es von Wasser und Salzsäure zu befreien.

**Phosgengas**. Nach dem Verfahren des Hrn. J. Davy. Die Hydrochlorsäure, welche von dem im Kohlenoxydgas enthaltenen Wasserstoffgas herrührte, wurde in Rechnung genommen.

**Schwefligsaures Gas**. Mittelt Quecksilber und Schwefelsäure, die frei von Salpetersäure war.

**Schwefelwasserstoffgas**, aus Schwefelantimon mittelt Hydrochlorsäure.

**Schwefeläther**. Siedepunkt bei  $35^{\circ}\text{C}$ .

**Phosphorwasserstoffgas**. Aus Unterphosphorsäure mittelt Wärme.

---

Die in der vorhergehenden Tafel enthaltenen Verhältnisse sind unabhängig von jeder Hypothese über die Natur des Lichtes. Nimmt man das Emissionsystem an, so bezeichnen jene Zahlen die Verhältnisse des Anwuchses der Geschwindigkeit des Lichtes, wenn es durch ein jedes der correspondirenden elastischen Flüssigkeiten hindurchgeht, wobei der Anwuchs der Geschwindigkeit in atmosphärischer Luft von gleicher Elasticität die gemeinschaftliche Einheit ist. Nach den astronomischen Beobachtungen von Delambre und den directen Messungen der Herren Biot und Arago, welche völlig mit einander übereinstimmen, beträgt in gemeiner Luft von  $0^{\circ}$  und  $0^{\text{m}},76$  der Anwuchs der Geschwindigkeit des Lichtes  $0,000294$  von der Geschwindigkeit im leeren Raum. Wird diese Zahl folgeweise mit jedem der so eben genannten Verhältnisse multiplicirt, so erhält man die absoluten Incremente der Geschwindigkeit in jedem der elastischen

Flüssigkeiten, diese bei gleicher Temperatur und gleichem Drucke genommen. Fügt man die Geschwindigkeit im leeren Raum hinzu, d. h. die Einheit, so werden diese Zahlen die Brechungsverhältnisse oder die Verhältnisse der Sinus der Incidenz zu den der Refraction für den Uebergang des Lichtes aus dem Vacuo in diese verschiedenen elastischen Flüssigkeiten. Kennt man endlich die Werthe des Brechungsverhältnisses, so leitet man daraus, mittelst der gewöhnlichen Formel \*) die absoluten Brechungsvermögen (*pouvoirs réfractifs*) ab, welche, durch die entsprechenden Dichtigkeiten dividirt, die specifischen Brechungsvermögen (*pouvoirs réfringens*) abgeben, wie sie in der Newtonschen Theorie definirt werden.

Nimmt man die Undulations-Hypothese an, so sind es nur die absoluten Geschwindigkeiten des Lichtes in der Luft und den übrigen Gasarten, die man zu verändern hat. Die Bestimmung und die Größe der Brechungsverhältnisse bleiben dieselben. Das absolute und specifische Brechungsvermögen haben keinen andern Sinn in dieser Theorie; aber die Werthe des ersteren bezeichnen die Anwüchse der Dichtigkeit

\*) Man weiß, daß, wenn in dieser Theorie  $2\delta k^2$  den totalen Werth der Gesamtwirkung bezeichnet, die ein Körper auf das Licht ausübt, sobald dieses bis zu einer merklichen Tiefe in jenem eingedrungen ist, man alsdann für das absolute Brechungsvermögens den Ausdruck hat  $2\delta k^2 = v^2 - u^2 = (l^2 - 1) u^2$  oder einfach  $l^2 - 1$ , wo  $v$  die Geschwindigkeit des Lichtes in dem Körper von der Dichte  $\delta$  bezeichnet,  $u$  die Geschwindigkeit im Vacuo, und  $l$  das Brechungsverhältniß. Das specifische Brechungsvermögen ist  $2k^2 = \frac{l^2 - 1}{\delta}$ .

des in jedem Gase enthaltenen Aethers, falls man voraussetzt, daß die Ungleichheit in der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen bloß von einer Verschiedenheit in der Dichte dieses Mittels herrührt. Die folgende Tafel enthält die Resultate dieser Rechnungen.

**Brechungsverhältnisse und absolute Brechungsvermögen der Gase bei 0° und cm,76.**

Namen der Gase	Werth von $n = \frac{\sin i}{\sin r}$	Brechungsvermögen od. $n^2 - 1$	Brechungsvermögen nach Biot u. Arago
Atmosphärische Luft	1,000294	0,000589	0,000589
Sauerstoff . . .	1,000272	0,000544	0,000560
Wasserstoff . . .	1,000138	0,000277	0,000285
Stickstoff . . . .	1,000300	0,000601	0,000590
Ammoniak . . .	1,000385	0,000771	0,000762
Kohlensäure . . .	1,000449	0,000899	0,000899
Chlor . . . . .	1,000772	0,001545	
Chlorwasserstoff .	1,000449	0,000899	0,000879
Stickstoffoxydul .	1,000503	0,001007	
Stickstoffoxydgas .	1,000303	0,000606	
Kohlenoxydgas . .	1,000340	0,000681	
Cyan . . . . .	1,000834	0,001668	
Öelbildendes Gas .	1,000678	0,001356	
Sumpfgas . . . .	1,000443	0,000886	
Salzäther . . . .	1,001095	0,002192	
Cyanwasserstoff . .	1,000451	0,000903	
Phosgenas . . . .	1,001159	0,002318	
Schweflige Säure .	1,000665	0,001331	
Schwefelwasserstoff	1,000644	0,001288	
Schwefeläther . .	1,00153	0,003061	
Schwefelkohlenstoff	1,00150	0,00301	
Phosphorwasserstoff im Minim.	1,000789	0,001579	

Die absoluten Brechungsvermögen der als einfach angesehenen Gase scheinen durchaus keine Beziehung zu deren Dichtigkeiten zu haben. Das Vermögen des Wasserstoffgases ist zwar fast genau die Hälfte von dem des Sauerstoffgases, allein die zahlreichen Beobachtungen, welche ich mit diesen beiden Gasen besonders anstellte, und die Sorgfalt, welche ich dabei nahm, sie von allen fremdartigen Stoffen zu entfernen, die das wahre Verhältniß ihrer Brechungsvermögen hätten abändern können, haben mich überzeugt, daß sein Werth sehr merklich von  $\frac{1}{2}$  abweicht. Ueberdies erlauben die Zahlen für den Stickstoff und das Chlor nicht weiter an eine solche Annäherung zu denken.

Vergleicht man die zusammengesetzten Gase unter einander, so bemerkt man eben so wenig irgend eine Beziehung zwischen ihrer Dichte und ihrem Brechungsvermögen. So haben das ölbildende und das Kohlenoxyd-Gas beinahe dieselbe Dichtigkeit; das Brechungsvermögen des ersteren ist aber fast das Doppelte von dem des letzteren.

Die Dichtigkeit des Salzätherdampfes ist ein wenig schwächer als die des schwefligsauren Gases, und sein Brechungsvermögen übertrifft das der schwefligen Säure um mehr als  $\frac{2}{3}$  von letzterem.

Der Schwefelätherdampf ist sehr wenig dichter als Chlorgas; sein Brechungsvermögen ist das Doppelte des vom Chlor.

Die Brechungsvermögen der Hydrocyansäure und der Kohlensäure sind fast dieselben und die Dichte der ersten ist um  $\frac{2}{3}$  größer als die der letzteren.



Wirft man die Augen auf die vorhergehende Tafel, so wird man noch viele andere Vergleiche machen können, welche zu demselben Schlusse führen.

Alle Physiker wissen seit langer Zeit, daß wenn man starre und flüssige Körper von verschiedener Natur mit einander vergleicht, die Refraction sich nicht proportional mit der Dichte verändert, und man hat hieraus geschlossen, daß jeder Körper eine von seiner Natur abhängende besondere Wirkung auf das Licht ausübe. Allein die Verschiedenheit der auf die Einheit der Masse bezogenen Wärmecapacitäten hat hinsichtlich der Anziehungen, welche man zwischen den Körpern und der Wärmematerie annahm, zu einem analogen Schlusse geführt. Da man indess gefunden hat, daß die Capacitäten, wenn sie für jedes Molekel besonders berechnet werden, entweder gleich sind, oder in einem einfachen Verhältnisse stehen, so würde es nicht überrascht haben, wenn dieselbe Idee, auf das Brechungsvermögen angewandt, sehr einfache Verhältnisse hätte entdecken lassen dort, wo man keine Beziehung vermuthete.

Wenn aber ein analoges Gesetz wirklich vorhanden wäre, so würde es sich schon in den Zahlen der vorhergehenden Tafel zeigen; denn da die Gase bei gleicher Temperatur und unter gleichem Druck beobachtet wurden, d. h. unter Umständen, wo ihre Theilchen einen gleichen Abstand von einander hatten, so konnten die zwischen ihren Brechungsvermögen bemerkten Ungleichheiten nur von der Ungleichheit in den Wirkungen eines jeden der für sich betrachteten Molekel abhängen.

Es bleibt zu untersuchen übrig, ob eine merkbare Beziehung zwischen den Brechungsvermögen der zusammengesetzten Gase und denen ihrer Bestandtheile Statt findet. Dieser Punkt hauptsächlich war es, auf den ich mein Augenmerk richtete.

In der oft erwähnten Arbeit der Herren Biot und Arago findet man schon mehrere Beispiele dieser Art von Vergleichung; allein zur Zeit, als jene bekannt gemacht wurde, war die chemische Zerlegungskunst noch weit von dem Grade der Genauigkeit entfernt, auf den man sie seitdem gebracht hat. Ueberdies war ihnen durch die geringe Anzahl von den der Beobachtung unterworfenen Gasarten nicht erlaubt, diese Idee weit zu verfolgen.

Es gab selbst nur eine einzige Verbindung, nämlich das Ammoniak, welche, aus zweien gasförmigen und unter dieser Form beobachtungsfähigen Bestandtheilen gebildet, zu einem entscheidenden Versuche dienen konnte. Jene Physiker fanden, daß das Brechungsvermögen der Verbindungen gleich sey der Summe der ihrer Bestandtheile. Dieses Resultat rührt daher, daß sie bei ihrer Rechnung fehlerhafte (Bestandtheils-) Verhältnisse gebrauchten; denn wenn man von den viel genaueren Angaben ausgeht, die man jetzt besitzt, und von ihren Bestimmungen über das Brechungsvermögen des Wasserstoffgases und Stickgases Gebrauch macht, so heben sich die Fehler, mit denen sie behaftet sind, auf und man erhält, eben sowohl wie durch die neuen in dieser Abhandlung enthaltenen Werthe, ein spezifisches Brechungsvermögen, das ungefähr um ein Zwölftel geringer ist, als das, was dem Ammoniak in Wirklichkeit angehört.

Die Ungenauigkeit der Verhältnisse aller übrigen Verbindungen, auf welche die Verfasser die nämliche Rechnung anwandten, hatte nicht minder Einfluß auf die Endresultate.

So finde ich bei Anwendung der viel genaueren Verhältnisse, welche die chemische Analyse seitdem kennen gelernt hat, beim Olivenöl, arabischen Gummi und Alkohol, Differenzen von  $\frac{1}{7}$  bis  $\frac{1}{8}$  zwischen der Rechnung und Beobachtung.

Indefs da die Herren Arago und Petit gezeigt haben, daß die Veränderungen des Aggregatzustandes sehr beträchtliche Veränderungen in dem Brechungsvermögen nach sich ziehen, so wird es nicht auffallend seyn, so große Verschiedenheit zwischen den Wirkungen der Elemente in Gasgestalt und den derselben Substanzen in starrer oder flüssiger Gestalt zu finden. Wird aber das Brechungsvermögen einer Verbindung gleich seyn der Summe der ihrer Bestandtheile, wenn man nur die gasigen Verbindungen mit ihren ebenfalls gasförmigen Elementen vergleicht?

Um diese Frage zu beantworten, wird es nützlich seyn die specifischen Brechungsvermögen (*pouvoirs réfringens*) zu berechnen im strengen Sinne, den man diesem Ausdruck gegeben hat. In der That um die Formel auf Verbindungen anzuwenden, muß man die Gewichtsverhältnisse durch die respectiven specifischen Brechungsvermögen multipliciren, und da der Ausdruck für die letzteren im Nenner die Dichtigkeit einschließt, so muß dieses Element verschwinden. Es reicht also hin, die absoluten Brechungsvermögen (*puissances réfractives*) für gleiche Elasticitäten zu nehmen und die Volumensverhältnisse und scheinbare Ver-

dichtung zu berücksichtigen. Die Resultate dieser Rechnung und die entsprechenden durch die Beobachtung gegebenen Zahlen sind in der folgenden Tafel enthalten:

**Absolute Brechungsvermögen der zusammengesetzten elastischen Flüssigkeiten, das der Luft = 1.**

Namen der Gase	Brechungsvermögen		Ueberschuß der Beobachtung ü. die Rechnung
	beobachtet	berechnet	
Ammoniak . . .	1,309	1,216	+ 0,093
Stickstoffoxydul .	1,710	1,482	+ 0,228
Stickstoffoxydgas .	1,030	0,972	+ 0,058
Wasser (*) . . .	1	0,933	+ 0,067
Phosgen gas . . .	3,936	3,784	+ 0,0152
Salzäther . . . .	3,72	3,829	— 0,099
Hydrocyan säure .	1,521	1,651	— 0,130
Kohlensäure . . .	1,526	1,629	— 0,093
Hydrochlor säure .	1,527	1,547	— 0,020

Man kann durch diese Tafel ersehen, daß bei keiner gasförmigen Verbindung, deren Elemente für sich im gasförmigen Zustande bestehen können, das Brechungsvermögen gleich ist der Summe der der Elemente.

- \*) Ich habe keine direkte Beobachtung über den Wasserdampf gemacht. Man weiß schon durch die Beobachtungen der Herren Biot und Arago, daß das Brechungsvermögen dieses Dampfes nicht merklich von dem der Luft abweicht. Hr. Arago hat seitdem durch ein besonderes Verfahren erkannt, daß das erstere geringer ist als das letztere, aber um eine Größe, die zu gering ist, als daß sie den Unterschied zwischen der Rechnung und der Beobachtung aufheben könnte.

Unter den neun Beispielen, welche ich anführe, sind fünf, bei denen die Beobachtung den Calcul übertrifft, und vier, wo das Gegentheil Statt findet.

Hr. Avogadro, Mitglied der Akademie zu Turin, hat durch eine lange Reihe von rein speculativen Arbeiten eine Relation zwischen dem specifischen Brechungsvermögen und der specifischen Wärme der Gase aufgesucht \*). Die Unregelmäßigkeiten, welche man bei den Wärmecapacitäten der gasförmigen Flüssigkeiten beobachtet, schreibt er der mehr oder weniger starken Verwandtschaft dieser Körper für den Wärmestoff zu; und indem er als Grundsatz aufstellt, daß die Verwandtschaft einer Verbindung gleich ist der Summe der ihrer Elemente, versucht er, welcher Potenz der specifischen Wärmen man die Verwandtschaften proportional annehmen müsse, damit dem erwähnten Princip genügt werde. Er gelangt zu dem Resultat: daß die Verwandtschaften der Körper für den Wärmestoff sich verhalten, wie die Quadrate der specifischen Wärme. Diese Relation läßt sich nur auf die elastischen Flüssigkeiten anwenden. Endlich, indem er noch eine gewisse Abhängigkeit zwischen den specifischen Wärmen und den specifischen Brechungsvermögen der Gasarten voraussetzt, glaubt er durch andere Versuche wahrgenommen zu haben, daß die specifischen Brechungsvermögen der einfa-

\*) Memorie di Torino. T. XXVIII e XXIX; Biblioteca italiana, Dec. 1816 u. Jan. 1817; Atti della Società di Modena t. XVIII e XIX.

chen oder zusammengesetzten Gase genau dargestellt werden durch die Formel:  $P = pA + (1 - p) \sqrt{A}$ ; wo  $P$  das specifische Brechungsvermögen,  $p$  eine constante Zahl und  $A$  das bezeichnet, was er *Verwandtschaftszahl* (*nombre affinitaire*) nennt, d. h. eine Zahl, die die Intensität der anziehenden Kraft einer jeglichen Substanz ausdrückt.

Die Methode der Rechnung, welche der Hr. Verfasser anwendet, um zu seinen Formeln zu gelangen, ist nicht frei von Tadel; aber da er sich bloß vorgenommen hat, ein empirisches Gesetz aufzustellen, das mit den Beobachtungen verglichen werden muß, so ist wenig daran gelegen zu wissen, wie er verfahren hat, um dieses zu entdecken. Das Wesentliche ist, daß es genau die Erscheinungen darstelle. Ich habe daher die Formel des Herrn Avogadro auf die Substanzen angewandt, für welche er die Verwandtschaftszahl gegeben hat, und daraus die Werthe der Brechungsvermögen abgeleitet, die sie nach der Theorie haben sollen. Die folgende Tafel zeigt die Resultate der Rechnung zusammengestellt mit denen der Beobachtung:

Specifische Brechungsvermögen in Bezug auf das der Luft und berechnet nach der Formel des Hrn. Avogadro.

	Brechungsvermögen	
	beobachtet	berechnet
Chlor . . . . .	1,074	1,0027
Stickstoffoxyd ul . .	1,136	0,990
Stickstoffoxydgas . .	0,976	0,955
Oelbildendes Gas . .	2,348	2,204
Cyan . . . . .	1,557	1,169
Blausäure . . . . .	1,621	1,414
Phosgengas . . . . .	1,153	1,023
Sumpfgas . . . . .	2,667	2,835
Schwefeläther . . . .	2,051	2,071
Salzäther . . . . .	1,663	1,647

Mit Ausnahme des Schwefel- und Salzäthers, für welche nur eine ziemlich geringe Differenz zwischen den beobachteten und berechneten Zahlen Statt findet, sieht man, daß die Formel des Hrn. Avogadro weit entfernt ist mit der Erfahrung übereinzustimmen.

Wenn man die Ursache jener Zu- oder Abnahme des Brechungsvermögens, von der oben die Rede war, in den Verhältnissen der Verbindung, in der besonderen Art der Condensation sucht, so findet man kein constantes Verhalten. Bei dem Stickstoffoxydgas z. B., in welchem die Elemente in gleichem Volumen und ohne Verdichtung vorhanden sind, bemerkt man einen Anwuchs von mehr als 6 Hundertel, während die Chlorwasserstoffsäure, bei denselben Bedingungen, nur eine Verminderung von  $1\frac{1}{4}$  pr. Ct. zeigt.

Das Phosgengas und der Salzäther enthalten ihre Elemente in demselben Verhältnisse und in gleicher

Verdichtung. Dessenungeachtet ist bei dem ersten eine Verringerung von beinahe 2 pr. Ct. und bei dem zweiten eine Vermehrung von 5 pr. Ct. vorhanden.

Das Stickstoffoxydulgas und die Kohlen säure, letztere als aus Kohlenoxyd und Sauerstoff bestehend angesehen, bieten einen noch überraschenderen Gegensatz dar. Hier sind auch dieselben Verhältnisse und dieselbe Verdichtung, aber an dem ersten bemerkt man eine Vermehrung von  $\frac{1}{4}$ , und an dem zweiten eine Verringerung von beinahe 1 pr. Ct.

Sucht man die Ursache dieses Widerspruches den mehr oder weniger beträchtlichen Wärmemengen zuzuschreiben, welche sich während des Actes der Verbindung entwickeln, so entdeckt man ebenfalls keine beständige Relation.

Ich habe der Beobachtung fast alle Körper unterworfen, welche die erforderlichen Bedingungen vereinigen. Die Zahl derselben ist unglücklicherweise sehr gering; wenn es aber erlaubt wäre, daraus allgemeine Schlüsse zu ziehen, so würde man zu diesem Gesetz gelangen: daß das specifische Brechungsvermögen einer binären Verbindung größer ist als die Summe der ihrer Elemente, sobald die Verbindung neutral oder alkalisch ist, und daß das Gegentheil Statt findet, wenn die Verbindung saure Eigenschaften zeigt. Der Salzäther, den man als neutral betrachten kann, und das Phosgas, das entschieden sauer ist, scheinen diesem Gesetz zu widersprechen; man muß aber erwägen, daß diese Verbindungen drei Grundelemente enthalten, die wahrscheinlich zu zwei binären, eins der Elemente gemeinschaftlich besitzenden, Verbindungen vereinigt sind. Diese binären Verbindungen,



die unmittelbaren Bestandtheile der in Rede stehenden Körper sind es, welche man mit einander vergleichen mußte.

Es folgt also aus diesen Untersuchungen, daß die Wärmecapacitäten der Körper und die specifischen Brechungsvermögen derselben nicht, wie man bisher geglaubt hat, zu einer und derselben Ordnung von Dingen gehören. Die Capacitäten haben eine erweisliche Beziehung zu den Massen der Molekel; die Brechungsvermögen scheinen davon unabhängig zu seyn.

Ein einfaches Verhältniß zwischen den absoluten Brechungsvermögen der einfachen oder zusammengesetzten Stoffe ist selbst dann nicht vorhanden, wenn man diese Eigenschaften unter Umständen beobachtet, wo die molekularen Actionen am leichtesten vergleichbar seyn müssen und wo die Form und die Anordnung der Theilchen keinen Einfluß ausüben können.

Die Ungleichheit der Geschwindigkeit des Lichtes in verschiedenen Gasen von gleicher Temperatur und unter gleichem Druck, scheint von dem eigenthümlichen elektrischen Zustande der Molekel einer jeden Stoffgattung abzuhängen. Spricht man im Sinne der Undulations-Hypothese, die sich besser mit diesen neuen Ideen zu vereinbaren scheint, so würde die Geschwindigkeit des Lichtes um so mehr verlangsamt werden, als die Molekel stärker positiv wären.

Ich habe versucht, doch ohne Erfolg, diese Vermuthung durch einen direkten Versuch zu beweisen. Ich habe in das Glasprisma, das zu den vorhin beschriebenen Versuchen diente, nach einander gemeine

Luft, Wasserstoffgas und Kohlensäure einströmen lassen, welche unmittelbar vor der Hineinleitung mit einem elektrisirten Conductor in Berührung waren, habe aber keine merkliche Veränderung in dem Brechungsvermögen dieser Gase wahrgenommen. Indes ist möglicherweise die künstliche Elektricität, welche sich in diesem Falle den Molekeln der elastischen Flüssigkeiten anhängt, unvergleichlich geringer, als die, welche ihre natürlichen Atmosphären bildet. Wenn man auch überdies dahin gelangte, die von mir hier ausgesprochene Vermuthung außer Zweifel zu setzen, so könnte man doch die Erscheinungen nur auf eine sehr schwankende Art erklären; und beim gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft sieht man selbst kein Mittel, über diese Art von Dingen genaue Messungen anzustellen, noch Gesetze durch den Calcul zu entdecken.

## III.

*Ueber die Schwefelsalze;*

von

J. J. BERZELIUS.

(Aus den Kongl. Vetensk. Acad. Handl. 1825. St. 11.)

Bei einer Untersuchung über die Natur und Zusammensetzung der sogenannten Schwefelkalien \*) habe ich gezeigt, daß elektropositive Schwefelmetalle, — welche entstehen, wenn Salzbasen durch Schwefelwasserstoffgas zersetzt werden, und folglich vom Schwefel eine eben so große Anzahl von Atomen enthalten, wie die zeretzten Oxyde vom Sauerstoff enthielten, — gegen elektronegative Schwefelmetalle die Rolle von Salzbasen spielen können, und daß aus ihrer Verbindung Salze entstehen, von denen viele im Wasser auflöslich sind und in welchen der Schwefel die nämliche Rolle spielt, wie der Sauerstoff in den schon bekannten Salzen. Es ist diese neue Klasse von Körpern, welche ich *Schwefelsalze* nenne, und im Gegensatz zu ihnen verstehe ich unter dem Namen: *Sauerstoffsalze*, solche, die aus einer oxydirten Basis vereinigt mit einer sauerstoffhaltigen Säure bestehen.

Seit dem Augenblick, als man bei Erklärung der chemischen Erscheinungen von elektrischen Ansichten auszugehen anfang, war es eine nothwendige Folge einzusehen, daß die entgegengesetzten elektrischen

\*) K. V. Acad. Handl. 1821. p. 145.

Tendenzen der Körper zwei Klassen von Erscheinungen hervorbringen, analog in jeder Klasse. Die Aehnlichkeit zwischen den Eigenschaften der elektropositiven Verbindungen nennen wir *Basicität*, und die zwischen den elektronegativen *Acidität*. Durch diese Ansicht ist begreiflich geworden, was man zuvor nicht verstehen konnte, daß ein mit Wasserstoff vereinigter Körper, welcher ein basisches Oxyd zu zersetzen strebt, während er zugleich die elektrochemischen Eigenschaften des Radikals neutralisirt, — eben so gut sauer schmecken und auf Pflanzenfarben reagiren könne, wie eine Säure, gleich als sey er mit Sauerstoff vereinigt und neutralisire die oxydirte Basis, ohne sie zu zersetzen. Ein Beispiel hiezu haben wir an der Chlorwasserstoffsäure (der Salzsäure), welche die Basen zersetzt, und an der Chlorsäure (der überoxydirten Salzsäure), welche sich mit diesen verbindet. Das Produkt ist in beiden Fällen ähnlich und hat die Eigenschaften, welche die Salze auszeichnen, ungeachtet es im ersten Falle nur aus zwei und im letzteren aus drei Elementen besteht, oder anders betrachtet, im ersten Fall aus zwei *einfachen Körpern* und im letzteren aus zwei *Oxyden*. Was wir ein *Salz* nennen, müßte folglich aus einem elektrischen Verhalten bestimmt werden, ohne Rücksicht auf die Anzahl der Bestandtheile. Wir nennen deshalb die Vereinigung von Chlor und Natrium ein Salz, weil beide Körper ihre elektrischen Relationen einander gänzlich vernichten. Der Umstand, daß Chlor ein elektropositives Metall neutralisirt, der Sauerstoff aber nicht eine gleiche Wirkung erzeugt, liegt nicht in der ungleichen elektrisch-chemischen Intensität dieser Körper, denn dann

müßte, wenn nicht die Verbindung von einem Atom Natrium mit zwei Atomen Sauerstoff, d. h. das Natron, neutral wäre, es doch eine Verbindung mit mehreren Atomen werden. Aber Natriumsuperoxyd ist es nicht, sondern hat statt dessen bestimmt verschiedene elektronegative Reactionen des Sauerstoffes angenommen. Wenn dagegen ein elektropositives Metall in mehreren Verhältnissen mit Chlor vereinigt wird, so sind die Verbindungen sämmtlich Salze. Die Ursache zu dieser charakteristischen Verschiedenheit in dem Verhalten kann folglich nicht einer ungleichen elektrischen Intensität zugeschrieben werden, sondern muß in einer anderen ungleichen Beschaffenheit der wägbaren Materie, woraus diese Körper bestehen, gesucht werden.

Die *elektronegativen* Körper theilen sich in dieser Hinsicht in drei Klassen, nämlich:

1) In solche, welche die elektropositiven Metalle zu Salzen neutralisiren und ich *Salzbilder* (*Saltbildare*, *Corpora halogenia*) nenne: *Chlor*, *Jod*, und *Fluor*.

2) In solche, welche die Metalle nicht neutralisiren, sondern mit ihnen elektropositive und elektronegative Verbindungen (Basen und Säuren) hervorbringen, aus welchen ebenfalls Salze entstehen. Für diese will ich den Namen: *Säuren- und Basen-Bilder* (*Syre- och Bas- bildare*, *Corpora amphigenia*) vorschlagen; doch werde ich sie in dem Folgenden, der Kürze wegen, nur *Basenbilder* nennen, weil in einem Salze Base und Säure immer dieselben elektronegativen Bestandtheile enthalten. Diese sind: *Sauerstoff*, *Schwefel*, *Selen* und *Tellur*.

3) In solche, die keine der Eigenschaften besitzen, durch welche die beiden vorhergehenden Klassen charakterisirt werden, die aber mit Körpern von andern Klassen Säuren bilden, nämlich: *Stickstoff*, *Wasserstoff*, *Phosphor*, *Bor*, *Kohle*, *Kiesel*, *Arsenik* und die *elektronegativen* Metalle.

Die *elektropositiven* Körper dagegen sämmtlich bilden *Salze* mit der ersten, *Basen* mit der zweiten, und *Legirungen* mit der dritten Klasse der elektronegativen Körper, und machen unter diesem Gesichtspunkt nur eine einzige Reihe aus.

Nicht alle Chemiker haben den Grund dieses Lehrgebäudes unbedingt zugegeben, sondern einige nehmen noch wasserstoffsaure Salze an, z. B. hydrochlorsaure, hydrojodsaure; aber diese Annahme macht die Sache noch verwickelter. Es kann hier nicht der Ort seyn, darüber in Untersuchung einzugehen, und ich bemerke daher bloß, daß diejenigen, welche meinen, eine Lösung von Kochsalz in Wasser verhalte sich zum festen Kochsalz eben so, wie eine Lösung des Salpeters zum festen Salpeter, die Gründe für das obige Lehrgebäude angenommen haben, und daß diejenigen, welche dieses nicht zugeben, annehmen müssen, die Lösung des Kochsalzes in Wasser enthalte einen Körper, hydrochlorsaures Natron, der zu einer andern Klasse von Verbindungen gehöre, als das feste Kochsalz, und in dieser Hinsicht sich mehr von dem letzteren unterscheide, als z. B. Schwefeleisen von Eisenvitriol, weil der Vitriol nur Schwefeleisen vereinigt mit Sauerstoff enthält, das hydrochlorsaure Natron aber neben dem Chlornatrium beides, Sauerstoff und Wasserstoff, enthalten müsse.

Der Zweck dieser Abhandlung ist: eine nähere Entwicklung der Eigenschaften, welche die Charaktere der zweiten Klasse von elektronegativen Körpern, d. h. der Basenbilder, ausmachen. Die Eigenschaften des Sauerstoffes sind in dieser Hinsicht bekannt und wir werden sehen, daß der Schwefel das Verhalten des Sauerstoffes auf eine solche Weise nachahmt, daß man von dem beim Sauerstoff Bekannten, mit vieler Sicherheit zu dem Unbekannten beim Schwefel übergehen kann.

Die Fragen, welche ich zu beantworten suchte, sind folgende: Sind die elektronegativen Schwefelmetalle ihrer Zusammensetzung nach proportional mit den elektronegativen Oxyden und folgen sie, bei ihren Verbindungen mit elektropositiven Schwefelmetallen denselben Gesetzen, wie die Oxyde, d. h. mit andern Worten: Können die Sauerstoffsalze sich in Schwefelsalze verwandeln, dadurch, daß der Sauerstoff gegen eine Anzahl von Schwefelatomen ausgetauscht wird?

Setzt das Daseyn einer Sauerstoffsäure nothwendig eine entsprechende elektronegative Schwefelverbindung voraus?

Welche Körper können mit hinlänglichem Grund zur Klasse der Basenbilder gerechnet werden? Auf diese Frage habe ich schon in dem Vorhergehenden im Voraus geantwortet.

#### Nomenclatur.

Ich werde hier eine große Anzahl zuvor ganz unbekannter Verbindungen anführen, welche nothwendig mit Namen unterschieden werden müssen. — Nach

den zuvor von mir gegebenen Ideen zerfallen die Salze in zwei Klassen; die einen, welche entstehen, wenn ein Salzbildner sich mit einem elektropositiven Metalle verbindet, nenne ich *Haloidsalze*, die anderen, welche von einer Basis und einer Säure gebildet werden, nenne ich *Amphidsalze*. Diese theilen sich wieder nach den verschiedenen Basenbildern, welche sie enthalten; in Sauerstoffsalze, Schwefelsalze, Selenalze und Telluralze. Diese Benennungen muß man wohl auffassen, damit man nicht z. B. die Telluralze verwechsle mit den tellurfauren Salzen oder mit den Telluroxydsalzen. Denn in den ersteren ist das Tellur der Basenbildner, in dem zweiten das Radikal der Säure, und in den dritten die Salzbase, wie sich leicht von selbst versteht.

Zu einer leichten Benennung der Haloidsalze habe ich keinen zweckmäßigeren Ausweg gefunden, als der Nomenclatur der Oxyde zu folgen. Wie ich es schon in der vorhergehenden Abhandlung bemerkt habe, sage ich folglich: Eisenchlorur statt salzsaures Eisenoxydul, und Eisenchlorid statt salzsaures Eisenoxyd. Für höhere und niedere Verbindungen gebrauche ich die Worte: *sub* oder *super*, z. B. Superchlorid, Subchlorur.

Es gehört aber zu einer vollständigen Uebereinstimmung der Haloidsalze mit den Amphidsalzen, daß sie sowohl basische als saure Salze bilden können. Die basischen bestehen aus dem Oxyd eines elektropositiven Metalles verbunden mit dem Haloidsalz desselben Metalles, aber stets so, daß das Oxydul mit dem Chlorur und das Oxyd mit dem Chlorid verbunden ist. Die Benennung *basisch* bezeichnet also richtig die Verbin-



dung des Salzes mit einer Basis; in Fällen, wo es mehrere Verbindungsstufen mit den Basen giebt, gebrauche ich die Worte: basisch, doppelt basisch, dreifach basisch, u. s. w. je nachdem das Oxyd entweder gleichviel, oder zweimal, oder dreimal soviel Metall enthält, wie das Haloidfalz. Bis jetzt kennen wir nur Verbindungen von Oxyden mit Haloidsalzen; es ist aber nicht unmöglich, daß wir künftig auch Verbindungen von Schwefelmetallen mit diesen entdecken werden. Aus einem gleichen Grunde sage ich z. B. saures Goldchlorid, saures Fluorkalium, wenn ein Haloidfalz chemisch mit der Wasserstoffsäure eines Salzbilders verbunden ist.

Wenn ich hier eine neue Nomenclatur für die Amphidsalze aufzustellen hätte, so würde ich von der Vorstellung ausgehen, daß das Radikal der Säure mit dem Basenbilder-Gehalt der Säure und der Base zu einem zusammengesetzten Salzbilder verbunden sey, mit welchem das Radikal der Basis ein Haloidfalz gebe. Dadurch würde die Nomenclatur für die Salze durchweg analog werden. Da wir indess für die Sauerstoffsalze eine allgemein bekannte und gebrauchte Benennungsart angenommen haben, so würde es gewiß unnütz seyn, dieselbe abzuschaffen suchen, weil jede Art von Namenveränderung ein großes Unglück für die Wissenschaft ist, und nur durch die dringendste Nothwendigkeit gerechtfertigt werden kann. Da Versuche die vollkommenste Analogie zwischen den Schwefelsalzen und Sauerstoffsalzen nachgewiesen haben, so wird es leicht den ersteren analoge Benennungen mit den letzteren zu geben. Wenn so z. B. die Sauerstoffatome bei der Arseniksäure gegen eine glei-

che Anzahl von Schwefelatomen ausgetauscht werden, nenne ich die Verbindung (im Schwedischen): *Arseniksvafla*; wenn aber dasselbe mit der arsenigen Säure geschieht, nenne ich sie: *Arseniksvaflighet*, und die noch niedere Schwefelungsstufe, welche sich mit electropositiven Schwefelmetallen vereinigt, nenne ich: *Underarseniksvaflighet*. Für den allgemeinen Begriff eines Schwefelmetalles bediene ich mich des Wortes: *Svafla* (von *Svasfel*, der Schwefel, abgeleitet), gleichwie wir (im Schwedischen) sagen *Syra* (d. h. Säure, woraus in der schwedischen Sprache das Wort: *Syre*, Sauerstoff, abgeleitet ist. Eben so sind die Wörter: *Svaflighet*, *Selenighet*, *Tellurighet* dem Worte: *Syrlichkeit*, das wir im Deutschen durch: *unvollkommene Säure* wiedergeben, nachgebildet worden P. \*).

- \*) Die Uebersetzung der hier von dem Hrn. Verfasser gewählten schwedischen Kunstwörter, oder vielmehr die Bildung neuer Namen, von gleicher Bedeutung mit jenen und im Sinne der bei uns gebräuchlichen Nomenclatur, hat große Schwierigkeiten, wenn dabei alle Anforderungen befriedigt werden sollen. Es giebt zwar manche Analogien, nach denen sich hier und da ein passendes Wort zusammensetzen oder ableiten läßt; aber im Deutschen die hier vorkommenden Verbindungen auf eine consequente und tadellose Weise, besonders im Allgemeinen, zu bezeichnen, halte ich fast für unmöglich; es sey denn, man wolle mit der Nomenclatur, welche bei uns für die Sauerstoffverbindungen besteht, so wie mit den Namen mehrerer elementaren Körper, sehr gewaltsame Aenderungen vornehmen. Da dieses aber zur Zeit nicht wohl thunlich ist, und ich auch zu einem solchen Geschäfte weder Beruf noch Neigung fühle, so habe ich mich für die gegenwärtige Abhandlung nur darauf beschränkt, die von dem Hrn. Verfasser eingeführten schwedischen Benennungen verständlich zu machen. Die all-

Die elektropositiven Schwefelmetalle im Allgemeinen werden *Schwefelbasen* genannt. Wo sich bloß ein einziges von ihnen findet, sage ich z. B. Schwefelkalium, Schwefelblei, wo aber zwei vorhanden sind, sage ich z. B. Schwefeleisen für  $FeS^2$ , und Eisenschwefel für  $FeS^3$ .

Auf dieselbe Weise sage ich: *Selena, Tellura, Selenighet, Tellurighet, Selenbase, Tellurbase.*

Die Nomenclatur der Salze bildet sich hieraus von selbst. So sage ich: *arsenikgeschwefeltes, arsenikgeschwelentes, arsenikgetellurtes, arsenigtgeschwefeltes, arsenigtgeschwelentes, arsenigtgetellurtes, unterarsenikgeschwefeltes*, u. s. w. *Schwefelkalium*. Die verschiedenen Sättigungsgrade werden so bezeichnet: die mit Ueberschuß am elektronegativen Schwefelmetall z. B. durch anderthalbfach, arsenikgeschwefeltes, zweifach,

gemeinen Ausdrücke sind hier deshalb unübersetzt geblieben und da, wo sie nöthig waren, entweder die alten Namen gebraucht, oder, wo diese fehlten, durch Umschreibungen ersetzt. Ich glaube kaum, daß daraus Mißverständnisse entstanden seyn werden. Was die speziellen Benennungen, sowohl der hier vorkommenden Verbindungen, als auch vieler anderen, der Idee nach möglichen, betrifft; so lassen sie sich offenbar auf mehr als eine Art im Deutschen ausdrücken. Wollte man sich nämlich dazu verstehen, die verschiedenen binären Verbindungen eines und desselben Radicals etwa so zu unterscheiden, wie: Chlorphosphor, chloriger Phosphor; Phosphorwasserstoff, phosphoriger Wasserstoff, u. s. w. und dem analog z. B. die Schweflungsstufen des Arseniks zu bezeichnen, durch: Schwefelarsen ( $AsS^1$ ), Schwefligarsen ( $AsS^2$ ), Unterschweifligarsen ( $AsS^3$ ) u. s. w.; so könnte man

dreifach, vierfach u. s. w. arsenikgeschwefeltes, je nachdem das elektronegative Schwefelmetall in dem Salze ein Multiplum ist, mit  $1\frac{1}{2}$ , 2, 3, 4 des Verhältnisses zur Base in dem neutralen Salze — die mit Ueberschuss an Basis, durch: Zweidrittel, Halb, Drittel, u. s. w. arsenikgeschwefeltes, je nachdem die Menge des Schwefels in dem basischen Salze mit  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{2}{3}$  u. s. w. abnimmt. Diese Art, die verschiedenen Sättigungsgrade zu benennen, ist schon früher von Leopold Gmelin für die Sauerstoffsalze angewandt.

In der lateinischen Nomenclatur, welche ich als das gemeinschaftliche Band zwischen den Nomenclaturen aller Sprachen betrachte, nenne ich die Basen: *Sulphuretum*, *Selenietum*, *Telluretum*, und unterscheide die verschiedenen Verbindungsgrade durch die bequemen Endigungen *osum* und *icum*, z. B. sul-

die Schwefel-, Selen- u. s. w. Salze nach folgenden Beispielen benennen:

Schwefelarsentes, selenarsentes	}	Schwefeleisen
Schwefligarsentes, selenigarsentes		Schwefligeisen
unterschwefligarsentes u. s. w.		u. s. w.
Schwefelwasserstoffes u. s. w.		

Eine solche Nomenclatur ist, wie alle bisherige, nicht frei von Mängeln, hat aber gewiss auch ihre guten Seiten. Indess drückt sie nicht das aus, was von dem Hrn. Verfasser in die schwedische Nomenclatur hineingelegt ist, und da es sich zunächst hier nur darum handelt, die Ansichten des Hrn. Verf. getreu zu überliefern, so habe ich geglaubt, auch die von demselben in seinem Lehrbuche eingeführte deutsche Nomenclatur beibehalten zu müssen. Diese ist es, welche hier im Texte gebraucht wird.

(P.)

sulfuretum ferrosus und sulfuretum ferricum, wobei die Endigung *icum* immer denen gegeben wird, deren proportionale Oxyde diese Endigung haben. Für die Verbindung der elektronegativen Körper mit den Basenbildern gebrauche ich die Worte: *sulfidum, selenidum, telluridum*, analog mit *acidum*, z. B. *sulfidum arsenicicum, sulfidum arsenicosum, sulfidum hyparsenicum*.

Bei Benennung der Salze lege ich das Princip zum Grunde, daß die Namen durch ihren Anfang den in dem Salze enthaltenen Basenbilder zu erkennen geben und daß man solchergestalt eigentlich sagen müßte z. B. *Oxyarsenias ferricus, Oxyarseniis ferrosus*, um damit zu bezeichnen, daß das Salz ein Sauerstoffsalz sey; daß man aber, der Bequemlichkeit wegen, bei der Nomenclatur der Sauerstoffsalze, welche so häufig vorkommt, die Andeutung von dem Namen des Basenbilders fortlasse, ihn dagegen für die übrigen Amphidialze immer beibehalte. Also sage man *Sulfarsenias, Sulfarseniis, Selenarsenias, Tellurarsenias kalicus, ferrosus*, u. s. w., worin der Anfang des Namens beständig den in dem Salze enthaltenen Basenbilder und seine Endigungen die Atomenanzahl zu erkennen giebt. Die Zahlwörter für die Bezeichnung der sauren und basischen Salze bleiben dieselben wie für die Nomenclatur der Sauerstoffsalze, z. B. *Bisulfarsenias kalicus, Sulfarsenias sesquikalicus*.

Sollte der Fall eintreten, daß eine Sauerstoffbasis mit einem Schwefelsalz vereinigt würde, gleichwie mit einem Haloidsalz, so erfordert dies ohne Zweifel ebenfalls eine besondere Benennung; es bleibt aber Zeit

genug, sie alsdann festzusetzen, wenn ihr Gebrauch nothwendig wird.

Man hat in den letzteren Zeiten oft die Schwierigkeiten gezeigt, welche eine Nomenclatur begleiten, die zugleich Definition ist. Diese Schwierigkeiten sind groß und wachsen im Verhältniß mit der Menge der Bestandtheile, aber sie überwiegen dennoch nicht die Vortheile, daß nachdem die Principien in wenig Worten niedergelegt wurden, tausende von Namen gegeben sind, die ein jeder versteht, wenn sie zum ersten Male genannt werden.

Einige könnten mir vielleicht vorwerfen, daß die lateinische Nomenclatur, welche ich befolge, nicht übereinstimmt mit der von Thomson eingeführten Methode, nach welcher Zahlwörter gebraucht werden, um die verschiedenen Oxydationsstufen der Oxyde zu bezeichnen und, bei Benennung der Salze, sowohl das Zahlwort, was die Zusammensetzung der Base ausdrückt, als auch das, was den Sättigungsgrad des Salzes bezeichnet, dem Namen der Säure beigelegt wird, wie z. B. Subprotosulfas, Subbipersulfas etc., welche Methode von den französischen und englischen Chemikern mit einiger Einschränkung befolgt wird; es ist aber meine Ueberzeugung, daß dieses übereilte Verfahren, um sich für den Augenblick zu helfen, in einer consequenten Entwicklung der Lehre von den Salzen nicht beibehalten werden kann.

#### I. Wasserstoffgeschwefelte Salze.

Der Schwefelwasserstoff (*Svafvelbundet väte*), als Säure betrachtet, muß nach den Grundsätzen der

von mir so eben gegebenen Nomenclatur (in Schwedischen) *vätessvafsa* genannt werden, und in der lateinischen Nomenclatur *Sulfidum hydricum* statt *acidum hydrosulfuricum*, wie man ihn zuvor nannte. Die Verbindungen desselben mit Schwefelbasen erhalten den Namen *wasserstoffgeschwefelte Salze*, Sulfohydrates.

Man ist gewohnt, die Säuren, welche der Wasserstoff mit Schwefel, Selen und Tellur bildet, als analog denen zu betrachten, welche jener mit Chlor, Jod und Fluor giebt; aber diese Analogie erstreckt sich fast nur auf die Zusammensetzung. Die letztgenannten Säuren zersetzen die Salzbasen und es entstehen Salze, da hingegen die erstieren, ohne daß daraus Salze entstehen, jene in eine Schwefel-, Selen- oder Tellurbasis verwandeln, mit welchen von einigen wenigen der stärkeren Basen hernach der Wasserstoff sich zu einem Salze vereinigt. So z. B. wenn der Schwefelwasserstoff mit Kali vereinigt wird, zu dem, was man sonst Hydrothionkali nannte, so wird der Schwefelwasserstoff zersetzt, der Wasserstoff desselben bildet Wasser mit dem Sauerstoff des Kali und es entsteht Schwefelkalium ( $KS^2$ ), worauf die aufs Neue zugesetzten Portionen vom Schwefelwasserstoff sich mit dem Schwefelkalium zum wasserstoffgeschwefelten Schwefelkalium vereinigen. Das wasserstoffgeschwefelte Salz zersetzt alle Sauerstoffbasen, selbst das Oxyd seines eigenen Metalles. Man findet dieses leicht dadurch, daß wenn man in einer concentrirten Auflösung von wasserstoffgeschwefeltem Schwefelnatrium kauftisches Natron mit Hülfe der Wärme auflöst und die Flüssigkeit langsam abdunsten läßt, — Schwefelnatrium in langen prismatischen Krytallen an-



schießt \*), welche Manganchlorur zu Schwefelmangan fallen ohne die geringste Entwicklung von Schwefelwasserstoff.

Wenn dagegen auf eine gleiche Weise die Wasserstoffsäure eines Salzbilders mit einem Haloidsalz vereinigt wird, so ist es ein saures Salz, eben so sauer als saures schwefelsaures Kali, z. B. saures flusssaures Kali, eisenhaltige Blausäure. Hier ist eine scharfe und bestimmte Gränze zwischen den *Wasserstoffsäuren der Salzbilder* und den *Wasserstoffsäuren der Basenbilder*, die folglich zwei verschiedene Klassen ausmachen; die ersteren verbinden sich nicht mit den Salzen, zu

\*) Da diese Schwefelbasis ( $\text{NaS}^2$ ) im isolirten Zustand zuvor noch nicht von Jemand beschrieben worden ist, so werde ich hier einige ihrer Eigenschaften mittheilen. Sie schießt in rechtwinklig vierseitigen Prismen mit vierseitiger Zuspitzung an. Sie ist so schwerlöslich in Alkohol, daß die Kry stallen mit Alkohol abgewaschen werden können, und daß eine concentrirte Auflösung von ihr in Wasser durch Alkohol gefällt wird. Sie schmeckt zuerst etwas hepatisch und hernach scharf und belfend, wie kaulisches Natron, obgleich sie nicht dessen auflösende Kraft auf die Haut besitzt. Sie reagirt alkalisch, wird auf der Oberfläche an der Luft feucht, ohne flüßig zu werden, und verwandelt sich allmählig in schwefelsaures Natron. In einer Retorte erhitzt, schmilzt sie in ihrem Kry stallwasser, und in dem Maasse als dieses verfliegt, setzt sich ein schweres weißes Pulver ab, welches nicht eher verändert wird, als in strenger Glühhitze, worauf es gelb wird durch Einwirkung der Kieselsäure des Glases, die durch Aufnahme des Natrons  $\text{NaS}^4$  bildet. *Schwefelkalium* ( $\text{KS}^2$ ) wird auf gleiche Weise erhalten, schießt aber nicht an. Aus einer concentrirten Lösung scheidet wasserfreier Alkohol es in Form einer ölartigen Flüssigkeit ab. Von vielem Alkohol wird es aufgelöst.



welchen sie Entstehung geben, dahingegen die letzteren als Säuren sich mit der Basis, die sie gebildet haben, vereinigen.

Die Anzahl der Salze, welche die Wasserstoffsäure eines Basenbilders geben kann, ist sehr eingeschränkt, und bis jetzt kennen wir nicht mehr als acht, die mit Alkalien und alkalischen Erden gebildet werden. Mangan-, Zink-, Cer-, Eisen-, Beryllerde- und Yttererde-Salze werden von ihnen mit Entwicklung von Schwefelwasserstoff in Gasform gefällt, zum Beweise, daß diese Schwefelbasen sich nicht mit der Wasserstoffsäure vereinigen.

Die wasserstoffgeschwefelten Salze von Kalium, Natrium und Ammonium sind den Chemikern wohl bekannt; dagegen sind die übrigen bis jetzt nicht untersucht worden.

*Wasserstoffgeschwefeltes Schwefellithium* wird am Besten erhalten, wenn schwefelsaures Lithion in einer Porzellanretorte durch Glühen mit Kohlenpulver zersetzt wird und man die kohlige Masse, welche sich leicht entzündet, wenn sie an die Luft kommt, in Wasser schüttet, die Lösung filtrirt und mit Schwefelwasserstoff neutralisirt. Ich erhielt eine farblose Auflösung, welche in einer Retorte in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas bis zur dünnen Syrupconsistenz abgedunstet wurde. Aus der Auflösung hatte sich nach dem Verdunsten ein weißes Salz abgesetzt, das kohlen saures Lithion war, wovon noch etwas mehr durch Abkühlung der concentrirten Flüssigkeit bis zu  $-10^{\circ}$  erhalten wurde. Die syrupsdicke Masse war blaß honiggelb. Sie wurde im luftleeren Raum noch weiter über calcinirte Pottasche abgedun-

stet. (Schwefelsäure eignet sich nicht zum Verdunsten der Schwefelsalze, weil, wenn sich Schwefelwasserstoffgas entwickelt, dasselbe von der Säure aufgenommen wird und diese statt dessen schweflige Säure entwickelt, welche von der abzdunstenden Flüssigkeit condensirt wird.) Als die Lösung eine solche Consistenz erreicht hatte, daß sie kaum mehr floss; war sie durchwebt von einer verworrenen Salzmasse, in welche sie zuletzt gänzlich verwandelt wurde. Diese wird an der Luft feucht und ist leicht löslich in Alkohol. An freier Luft verdunstet, setzt sie gelbe lange prismatische Krysalte von  $LS^4$  ab.

Wenn Schwefelwasserstoff über glühendes kohlenfaures Lithion geleitet wird, erhält man eine dunkelbraune Masse, die zuletzt schmilzt und nach dem Erkalten fast farbenlos wird, sich ein wenig ins Gelbe zieht. Sie fällt Manganalze mit Entwicklung von Schwefelwasserstoff und ist folglich wasserfreies wasserstoffgeschwefeltes Schwefellithium, welches, gleich den entsprechenden Salzen der übrigen feuerfesten Alkalien, das Glühen erträgt.

*Wasserstoffgeschwefeltes Schwefelbarium.* Baryterdehydrat wird mit Wasser vermischt, und ein Strom von Schwefelwasserstoffgas hineingeleitet. Die Auflösung, welche man nach 24 Stunden lang fortgesetzter Operation erhält, wird in einer Retorte in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas abgedunstet. Während des Erkalstens schießen zweierlei Krysalte an. Die einen bestehen aus farblosen sechsseitigen Tafeln, und die anderen aus langen gelben Prismen. Keine von beiden wurden als das wasserstoffgeschwefelte Salz befunden. Die sechsseitigen Tafeln waren das Hydrat

der Erde und die gelben Prismen bestanden aus  $BaS^e$ . Die nicht krySTALLisirte Flüssigkeit war eine sehr concentrirte Auflösung von dem wasserstoffgeschwefelten Salze. Ich versuchte auf drei Arten daraus ein krySTALLisirtes Salz zu erhalten.

a) Ein Theil wurde mit Alkohol vermischt, der dadurch milchig wurde und ein Gemenge von unterschwefligsaurem Baryt und Schwefel absetzte, herrührend von dem gewöhnlichen großen Gehalte des Alkohols an atmosphärischer Luft. Die klar gewordene Mischung wurde auf mehrere Tage einer Kälte von  $-10^{\circ}$  ausgesetzt, worauf sie Gruppen von klaren, farblosen, vierseitigen Prismen absetzte, die Manganchlorur mit Entwicklung von Schwefelwasserstoff fällten. b) Ein anderer Theil wurde auf gleiche Weise abgekühlt, ohne daß er mit Alkohol vermischt war, er gab auch KrySTALLE von derselben Form, aber kleinere, weniger deutliche, und in geringer Menge. c) Ein dritter Theil wurde im luftleeren Raum verdunstet. Er gab krySTALLisirtes Salz in reichlicher Menge, aber so verworren, daß die Form der KrySTALLE nicht unterschieden werden konnte; es waren lange platte weisse und undurchsichtige Prismen. In einem andern Versuche vermischte ich Schwefelbarium in KrySTallen mit Wasser zu einem Brei und leitete Schwefelwasserstoff in Gasgestalt in die Lösung, welche, als sie erwärmt wurde, das Gas mit Schnelligkeit absorbirte. Die so erhaltene Lösung gab bei  $-10^{\circ}$  keine KrySTALLE, sondern erst nach bedeutender Concentration im luftleeren Raum. Die KrySTALLE dieses Salzes verwittern an der Luft und werden weiß. Im Destillationsgefäße findet dasselbe Statt, und dabei entweicht

das Krytallwasser, ohne daß das Salz schmilzt. Bei anfangendem Glühen wird Schwefelwasserstoff in Gasgestalt entwickelt und es bleibt eine dunkelgelbe, an Form unveränderte Masse zurück, die beim Erkalten farblos wird. Sie ist Schwefelbarium und fällt Manganchlorur ohne den geringsten Geruch von Schwefelwasserstoff.

*Wasserstoffgeschwefeltes Schwefelstrontium* erhält man von Schwefelstrontium, der mittelst Schwefelwasserstoff in Wasser aufgelöst wird; die im luftleeren Raum verdunstete Flüssigkeit schießt in großen gestreiften Prismen an, welche vierseitig zu seyn scheinen. Die Krytalle, wohl getrocknet, verändern sich in mehreren Tagen nicht an der Luft. Im Destillationsgefäß erhitzt, schmelzen sie in ihrem Krytallwasser und gerathen darauf ins Sieden, wobei Schwefelwasserstoff und Wasserdampf fortgeht, und Schwefelstrontium in Form eines weissen Pulvers niederfällt. Nach geendigtem Sieden bleibt nur Schwefelstrontium übrig.

*Wasserstoffgeschwefeltes Schwefelcalcium* wird erhalten durch Auflösung von Kalkhydrat oder Schwefelcalcium in Schwefelwasserstoff. Bei einer gewissen Sättigung hört die Absorbition des Gases auf, selbst wenn noch Hydrat unauflöst daliegt, und es erfordert ein beständiges Umrühren, wenn noch mehr aufgelöst werden soll. Die erhaltene Lösung kann nicht zum Krytallifiren gebracht werden, weder durch Verdunsten in Wasserstoffgas noch im luftleeren Raum. Sie läßt sich bis zu einem bedeutenden Grade concentriren, aber sobald als das Salz anfangen will, sich abzusetzen, wird Schwefelwasserstoff in Gasform ent-

wickelt, und es schießt Schwefelcalcium in seidenartig glänzenden Prismen an. Wird die Salzmasse eingetrocknet, so schwellt sie während der Operation durch Gasentwicklung auf, und man erhält eine verworrene Masse von Schwefelcalcium, woraus Manganchlorur nicht die geringste Spur von Schwefelwasserstoff entwickelt. Leitet man Schwefelwasserstoff durch Kalkhydrat, so wird das Gas absorbiert und Schwefelcalcium gebildet; die Masse wird feucht und enthält eine Auflösung von dem wasserstoffgeschwefelten Salze in dem abgeschiedenen Wasser; wie lange man aber auch das Gas durch diese Masse leitet, man erhält das feste Schwefelcalcium nicht in ein wasserstoffgeschwefeltes Salz verwandelt. Das letztere scheint folglich nicht in fester Gestalt erhalten werden zu können. — Ich versuchte eine gesättigte Lösung von Chlorkalcium mit einer concentrirten Auflösung von wasserstoffgeschwefeltem Schwefelkalium zu vermischen. Es entstand ein schleimiger Niederschlag und Schwefelwasserstoff wurde mit Brausen entwickelt. Das Gefäß wurde sogleich verschlossen und auf mehrere Wochen einer unter dem Gefrierpunkt liegenden Temperatur ausgesetzt; es wurden aber nur einige Krystalle von Chlorkalium abgesetzt.

Wird das wasserstoffgeschwefelte Schwefelcalcium in einer von Kohlensäure freien Atmosphäre verdunstet, so setzt es gelbe lange Prismen von  $\text{CaS}^4$  ab.

*Wasserstoffgeschwefeltes Schwefelmagnesium* erhält man, wenn das Hydrat der Erde mit ein wenig Wasser vermischt, und ein Strom von Schwefelwasserstoff in Gasform durchgeleitet wird. Es wird langsam aufgelöst, man kann aber auf diese Weise eine

ganz concentrirte Lösung erhalten. Verdunstung, sowohl in Wasserstoffgas, als im luftleeren Raum, zer-  
setzt dasselbe. Durchs Sieden wird Hydrat der Erde  
und Schwefelwasserstoff wiedererhalten. In luftlee-  
ren Raum wird das Schwefelmagnesium in Form einer  
schleimigen, etwas graulichen Masse gefällt, welche  
zwar von Säuren mit Entwicklung von Schwefelwas-  
serstoff aufgelöst wird, jedoch das Manganchlorur  
ohne allen hepatischen Geruch niederschlägt. Der-  
selbe Niederschlag wird auch erhalten, wenn eine  
concentrirte Auflösung von Chlormagnesium mit waf-  
serstoffgeschwefeltem Schwefelkalium gefällt wird, wo-  
bei Schwefelwasserstoff mit Brausen fortgeht. Aus  
der Flüssigkeit, die eine concentrirte Auflösung von  
Chlorkalium und wasserstoffgeschwefeltem Schwefel-  
magnesium enthält, setzten sich in der Kälte nur Kry-  
stalle von Chlorkalium ab. Wenn eine concentrirte  
Auflösung von wasserstoffgeschwefeltem Schwefelma-  
gnesium mit einer sehr concentrirten Auflösung von  
wasserstoffgeschwefeltem Schwefelkalium vermischt  
wird, so verdrängt das letztere einen Theil des letz-  
teren aus der Lösung, Schwefelwasserstoff wird ent-  
wickelt und Schwefelmagnesium gefällt. Dieses Salz  
scheint also nicht in fester Gestalt zu existiren.

## II. Kohlengeschwefelte Salze.

Schon bei der ersten Entdeckung des Schwefel-  
kohlenstoffs ahnete man, daß dieser Körper in der Ei-  
genschaft sich mit Basen vereinigen zu können dem  
Schwefelwasserstoff ähnlich seyn würde. Bei der  
Untersuchung, welche ich, in Gemeinschaft mit dem  
verstorbenen englischen Chemiker Dr. Marcet, über

die Zusammensetzung dieses Körpers anstellte, versuchte ich diesen mit Salzbasen zu verbinden und zeigte, daß es solche Verbindungen gebe. Man glaubte aber damals, daß die oxydirten Basen sich sowohl mit Schwefelwasserstoff als mit anderen nicht sauerstoffhaltigen Säuren verbinden, und demzufolge betrachtete ich diese Verbindungen als enthielten sie Schwefelkohlenstoff vereinigt mit Sauerstoffbasen. Da der Schwefelkohlenstoff mehrere Wochen gebrauchte, um vom Kali oder Ammoniak gelöst zu werden, und unterdeß, durch Zersetzung des schon gebildeten Salzes auf Kosten der Luft im Gefäße, eine bedeutende Menge Schwefelkalium von höheren Schweflungsstufen erzeugt wurde — so war es ein anderer Fehler, den ich beging, daß ich die durch Vermischung dieser Auflösungen mit denen von Erd- und Metallsalzen erhaltenen Niederschläge für reine Schwefelkohlenstoff-Verbindungen ansah, da doch der Charakter, welchen ich für einige von ihnen angab, hauptsächlich dem Superlufuretum angehörte, wie z. B. der Niederschlag mit Bleisalzen, der roth war und sich nach einer Weile schwarz färbte, der Niederschlag aus Quecksilberchlorid, der brandgelb war \*) u. s. w. Bei der Untersuchung über die Schwefelkalien wurde der Irrthum rückichtlich der Zusammensetzung dieser Salze hinreichend erwiesen und jetzt erhalte ich Gelegenheit, das Fehlerhafte in der Angabe über die Eigenschaften einiger kohlengeschwefelter Salze zu berichtigen.

Es ist sehr schwer, vollkommen reine kohlenge-

\*) Afhandl. i Fysik, Kemi och Mineralogi V. 266.

schwefelte Salze zu erhalten, weil die Verwandtschaft des Schwefelkohlenstoffs so schwach ist, daß es die wasserstoffgeschwefelten Salze nicht zersetzt und aus den Superfulphureten, welche leicht durch den Einfluß der Luft auf kohlungeschwefelte Salze gebildet werden, den Schwefel nicht abscheidet. Die einzige recht sichere Weise sie zu erhalten, ist: eine stärkere Schwefelbasis zu vermischen mit Wasser und Schwefelkohlenstoff in einer Flasche, die davon gänzlich gefüllt und, wohl verschlossen, einer Temperatur von  $+ 36^{\circ}$  überlassen wird, worauf der Schwefelkohlenstoff sich allmählig mit der Base verbindet. Enthält die Schwefelbasis einen Ueberschuß von Schwefel, so wird das Superfulphuret nicht zerlegt, sondern vermischt sich mit dem kohlungeschwefelten Salze. Ein lösliches kohlungeschwefeltes Salz ist frei von eingemengtem Superfulphuret, wenn es Chlorberyllium nicht trübt.

Ich habe versucht Auflösungen von alkalischen Superfulphureten in Alkohol mit Schwefelkohlenstoff zu behandeln. Die von Erdmetallen geben nur Auflösungen von beiden. Wasser schied den Schwefelkohlenstoff ab, oder derselbe verslog beim Abdunsten, und Superfulphuret blieb zurück. Mit den Alkalien geschah es, daß, bei einem gewissen Sättigungsgrade mit Schwefelkohlenstoff, die Masse in einem Augenblick durch und durch getrübt wurde und Schwefel absetzte, jedoch viel weniger als das Alkali hätte fallen lassen müssen. Die Auflösung von Kalium theilt sich dabei in drei Schichten. Die untere ist eine höchst concentrirte Auflösung von kohlungeschwefeltem Schwefelkalium in Wasser, oben darauf liegt der in



Ueberschnus zugesetzte Schwefelkohlenstoff und darüber eine gesättigte Auflösung in Weingeist vom Superphuret, kohlungeschwefeltem Salz und Schwefelkohlenstoff, welcher letztere durch Wasser aus derselben niedergeschlagen werden kann.

Wenn man kohlungeschwefelte Salze in trockner Gestalt erhitzt, so werden sie zersetzt. Die Salze der feuerfesten Alkalien schmelzen zu einer im flüssigen Zustande schwarzen Masse, welche nach dem Erkalten dunkelbraun ist, und in Wasser gelöst, Kohle zurückläßt, während ein Metall mit sechs Atomen Schwefel vom Wasser aufgenommen wird.

Die kohlungeschwefelten Salze der Erdmetalle und der eigentlichen Metalle werden auf die Art zersetzt, daß, wenn das Salz chemisch gebundenes Wasser enthält, sich Schwefelwasserstoffgas entwickelt, und Schwefel und ein kohlensaures Oxyd zurückbleibt. Dies ist jedoch seltner der Fall, sondern gewöhnlich geht, wenn die Erhitzung mit hinreichender Vorsicht geschieht, Schwefelkohlenstoff fort, entweder allein oder mit ein wenig Wasser, und die Schwefelbasis bleibt alsdann rein zurück. Diejenigen Schwefelbasen, welche sich leicht oxydiren, werden beim Trocknen zerstört und geben bei der Destillation verwickelte Produkte, als: Kohlen säure, schweflige Säure, Schwefelwasserstoff und Schwefel. Die Salze, welche sich im Trocknen erhalten, sind vor andern: kohlungeschwefeltes Schwefelplatin, Kupferschwefel, Schwefelblei und Eisenschwefel, welche alle bei der Destillation den Schwefelkohlenstoff wiedergeben. Die Salze von Schwefeleisen und Schwefelmangan hingegen, wel-

che beim Trocknen bis zu einem gewissen Grade oxydirt werden, geben keine Spur von jenem.

Die kohlengeschwefelten Salze der acht alkalischen Radikale besitzen in concentrirter Lösung eine tiefe Orangenfarbe. Sie schmecken hepatisch, aber zugleich etwas brennend, pfefferartig, was deutlich an den Geschmack des Schwefelkohlenstoffs erinnert, und hiedurch unterscheiden sie sich bestimmt von allen andern Schwefelsalzen.

Wenn sie in fester Gestalt mit einer Säure vermischt werden, z. B. mit Salzsäure, so erhält man eine rothe ölige Flüssigkeit, die von Zeise entdeckt und beschrieben ist. Diese Flüssigkeit ist eine Verbindung von Schwefelwasserstoff und Schwefelkohlenstoff, und besteht nicht lange, denn der Schwefelwasserstoff löst sich im Wasser auf und läßt den Schwefelkohlenstoff trübe zurück. Wenn man die Auflösung eines kohlengeschwefelten Salzes durch Salzsäure zersetzt, so erhält man eine milchartige Flüssigkeit, ähnlich der von Hepar, die auf gleiche Weise zer setzt wurde; allmählig sammelt sich das Trübende und fließt in einen großen Klumpen von Schwefelkohlenstoff zusammen, der aber dennoch beständig trübe ist. In der Vermuthung, daß das kohlengeschwefelte Salz möglicherweise eine höhere Schwefelungsstufe der Kohle enthalte, habe ich mehrere Male diesen trüben Schwefelkohlenstoff in der Flüssigkeit verdunstet und dabei deutliche, aber nicht wägbare Spuren von Schwefel erhalten; eine unvermeidliche Folge davon, daß die Flüssigkeit niemals ganz vollkommen von der Berührung mit der Luft abgehalten werden kann, und daß das gebrauchte Wasser beständig ein wenig Luft ent-

hält. Wenn man dagegen ein mit einem Superfulfuret vermischtes kohlengeschwefeltes Salz fällt, so ist das Verhalten ganz anders; man erhält sehr viel Schwefel.

Man sollte erwarten, daß die Oxyde, welche ihren Sauerstoff leicht fahren lassen, die kohlengeschwefelten Salze in kohlenfaure Salze verwandeln, während die Oxyde in Schwefelbasen verwandelt würden. Aber die letzteren haben auch ihre Verwandtschaften, und wenn ein Metalloxyd die Schwefelbasis des kohlengeschwefelten Salzes in eine Sauerstoffbasis verwandelt, so bemächtigt es sich auch zugleich des Schwefelkohlenstoffs, welcher unmittelbar keine Verwandtschaft zu den Sauerstoffbasen mehr hat und daher sich mit der neugebildeten Schwefelbasis vereinigt.

Ich versuchte Kupferoxydhydrat in kleinen Theilen mit kohlengeschwefeltem Schwefelcalcium zu vermischen, welche, falls sie sich in kohlenfauren Kalk und Schwefelkupfer verwandelten, ganz einfach aus der Flüssigkeit gefällt worden wären. Aber das Kupferoxyd wurde mit einer schön braunen Farbe in der Flüssigkeit aufgelöst; — ich fuhr fort, so viel Oxyd hinzuzusetzen, daß das ganze Schwefelsalz davon hätte zersetzt werden können. Die klar gewordene Flüssigkeit war schwach gelb, hielt freie Kalkerde aufgelöst, veränderte nicht mehr hinzugesetztes Kupferoxyd, wurde aber noch von Salzsäure getrübt, welche Schwefelwasserstoff- und Schwefelkohlenstoff in geringer Menge abschied. Das Kupferoxydhydrat enthielt nicht Kohlensäure und war in kohlengeschwefelten Kupferschwefel verwandelt, aus welchem Salzsäure ohne

alles Aufbrauen das in Ueberschuß hinzugesetzte Hydrat auszog.

Die Auflösungen der kohlengeschwefelten Salze dem Zutritt der Luft ausgesetzt, werden im *verdünnten Zustande* sehr bald zersetzt. Es wird ein kohlenfaures Salz gebildet und ein wenig Schwefel gefällt. In der Wärme dunsten sie Schwefelwasserstoffgas aus und die Zersetzung geschieht noch geschwinder. Wenn kohlengeschwefeltes Schwefelbarium oder Schwefelcalcium gekocht oder in einem verschlossenen Gefäße ungefähr bis  $+80^{\circ}$  erhitzt wird, so setzt sich allmählig ein kohlenfaures Salz ab, und ein wasserstoffgeschwefeltes wird an dessen Statt gebildet.

Die *concentrirten Auflösungen* können in gelinder Wärme ohne bedeutende Zersetzung verdunstet werden. Ich habe das Kalium- und Lithium-Salz in einem offenen Glase mehrere Wochen an einem Orte gehabt, dessen Temperatur von  $+20^{\circ}$  bis  $40^{\circ}$  abwechselte, ohne daß sie anscheinend dadurch zersetzt wurden.

*Kohlengeschwefeltes Schwefelkalium* erhält man am besten auf die von mir zuvor angegebene Art, wenn eine Auflösung von Hepar in Alkohol mit in Ueberschuß hinzugesetztem Schwefelkohlenstoff gesättigt wird. Die tief dunkelrothe Auflösung, welche sich am Boden ansammelt, giebt, nachdem sie bei  $+30^{\circ}$  zur Syrupsconsistenz verdunstet worden, ein krySTALLINISCHES gelbes Salz, das an der Luft schnell feucht und flüssig wird. Trocknet man dies krySTALLINISCHE Salz bei  $+60^{\circ}$  bis  $80^{\circ}$  ein, so verliert es mit dem KrySTALLWASSER sein krySTALLINISCHES Gefüge und erhält eine dunklere, sich ins Rothe ziehende Farbe. Im Destil-

lationsgefäß erhitzt giebt es nichts Flüchtiges, schmilzt bei anfangendem Glühen und zersetzt sich auf die zuvor angeführte Art. Dieses Salz ist in Alkohol trüglöslich.

*Kohlengeschwefeltes Schwefelnatrium* bildet ein gelbes, bei einem hohen Grade von Concentration, kry stallisirendes Salz, welches an der Luft feucht wird. Es löst sich leicht in Alkohol.

*Kohlengeschwefeltes Schwefellithium* ist noch leichtlöslicher in Wasser als eins von den vorhergehenden Salzen, und giebt beim Eintrocknen eine Salzmasse, welche an der Luft sogleich wieder feucht wird. Es löst sich leicht in Alkohol.

*Kohlengeschwefeltes Schwefelammonium* ist schon durch die Versuche von Zeise hinreichend bekannt \*).

*Kohlengeschwefeltes Schwefelbarium* ist trüglöslich in Wasser. Das kry stallisirte Schwefelbarium vereinigt sich sehr bald mit dem Schwefelkohlenstoff und giebt ein citronengelbes, nicht kry stallisirtes Salz, welches das Glas inwendig überzieht und leicht davon losläßt. Die darüberstehende Flüssigkeit ist brandgelb. Auch das gelbe Salz wird im Wasser mit brandgelber Farbe aufgelöst. Uebergießt man es auf einmal mit vielem Wasser, so erhält das Wasser eine schwach

\*) Vergl. Årsb. om Vetensk. framsteg. Deutsche Uebersetz. 4ter Jahrgang p. 96. (Prof. Zeise sättigte Alkohol mit Ammoniakgas und löste dann Schwefelkohlenstoff darin auf. Innerhalb einer oder anderthalb Stunden schied sich ein gelbes kry stallinisches Pulver ab, das, mit Alkohol und darauf mit Aether gewaschen, das erwähnte Salz im reinen Zustande darstellt. P.)

rothe Farbe, welche von der Einwirkung der im Wasser eingeschlossenen Luft herzurühren scheint. Die Auflösung nimmt alsdann ihre gewöhnliche brandgelbe Farbe an. Wird die Auflösung im luftleeren Raum verdunstet, so hinterläßt sie kleine blasengelbe durchsichtige Kryalle. Bringt man auf das trockne Salz einen Tropfen Wasser, so wird es in einigen Minuten roth; diese Farbe verschwindet aber beim Trocknen und das zurückbleibende Salz ist blasser gelb.

*Kohlengeschwefeltes Schwefelstrontium* ist leichtlöslicher in Wasser als das vorhergehende Salz, und die Lösung, weniger dunkel brandgelb, giebt nach Verdunsten im luftleeren Raum eine strahlig krySTALLINISCHE, blas citronengelbe, gleichsam verwitterte Salzmasse. Befeuchtet wird sie in einem Augenblick rothbraun, aber diese Farbe verschwindet wieder beim Trocknen und läßt den Fleck blasser gelb zurück.

*Kohlengeschwefeltes Schwefelcalcium* giebt eine sehr tief rothe Auflösung, welche bei Aufbewahrung in einem verschlossenen Gefäße dunkler wird. In luftleerem Raume verdunstet, giebt sie eine gelbbraune Salzmasse mit deutlichen Anzeigen von Krytallen. Bei Wärme vollkommen eingetrocknet, wird diese, gleich der vorhergehenden, hell citronengelb, neigt sich aber wieder ins Braungelbe, wenn sie Feuchtigkeit anzieht. Sie läßt bei Wiederauflösung in Wasser ein basisches brandgelbes Salz ungelöst zurück. Dieses schmeckt schwach pfefferartig, meist hepatisch. Es bildet sich immer, wenn man bei Bereitung des Salzes den Schwefelkohlenstoff nicht in Ueberschuß zugesetzt hat. Das neutrale Salz ist im Alkohol leicht auflös-

lich. Beim Kochen wird es zerlegt und setzt kohlen-  
sauren Kalk ab.

*Kohlengeschwefeltes Schwefelmagnesium* erhält man am besten, wenn das Barytsalz mit schwefelsaurer Talkerde gefällt, die Lösung filtrirt und im luftleeren Raum abgedunstet wird. Während der Verdunstung setzt sich an der Oberfläche eine Haut ab und ein wenig Schwefelkohlenstoff geht in Gasform fort. Das trockne Salz ist blafs citronengelb, ohne alle Zeichen von KrySTALLISATION. Ein Theil desselben wird im Wasser mit tief gelber Farbe gelöst und schmeckt pfefferartig. Ein anderer Theil desselben bildet ein in kaltem Wasser unlösliches basisches Salz, welches beim Kochen mit blafs gelber Farbe gelöst, dabei aber zugleich zersetzt wird und kohlensaure Talkerde ungelöst zurückläßt.

In Betreff der Verbindungen des Schwefelkohlenstoffs mit den Schwefelbasen, welche von den Radikalen der eigentlichen Erdarten gebildet werden, habe ich nicht recht bestimmte Resultate erhalten können. *Chlorberyllium* wird nicht von kohlengeschwefelten Salzen gefällt, die Lösung erhält nur eine dunklere Farbe und setzt innerhalb 24 Stunden nichts ab. Da wir in der Folge sehen werden, daß die Schwefelsalze dieser Metalle meistens in Wasser löslich sind, so ist dies ein Grund mehr zu vermuthen, daß auch in diesem Falle ein auflösliches *kohlengeschwefeltes Schwefelberyllium* gebildet wurde. *Essigsaure Yttererde* läßt sich auch ohne Trübung mit kohlengeschwefeltem Salze vermischen, und dieses Metall giebt meistens auflösliche Schwefelsalze; nach ein Paar Stunden entsteht aber eine weiße Trübung wie von

Schwefel oder einem Gemenge dieses mit dem Hydrat der Erde. Die Flüssigkeit bleibt gelb. *Chloraluminium* giebt nach einer Weile eine weiße Trübung, und nach 24 Stunden hat sich ein blasse pistaciengrüner flockiger Stoff abgesetzt. *Schwefelsaure Zirkonerde*: die Mischung wird sogleich farblos und nach einer Weile erhält man einen weißen flockigen Niederschlag, offenbar dem Hydrat der Erde ähnlich.

Mit den übrigen Metallen giebt der Schwefelkohlenstoff hingegen sehr bestimmte Verbindungen, von denen die meisten getrocknet und aufbewahrt werden können, ohne daß Schwefelkohlenstoff entweicht. — Die Verbindungen, welche ich hier beschreiben werde, sind aus in Wasser gelösten neutralen Salzen dargestellt, die mit kohlungeschwefeltem Schwefelcalcium gefällt wurden. Das letztere war auf die Weise bereitet, daß reiner Gyps in einer Porzellanröhre mit Kohlenpulver zerlegt, das erhaltene Schwefelcalcium mit gekochtem Wasser und Schwefelkohlenstoff in einer davon gefüllten Flasche vermischt, und so lange digerirt wurde, bis alles Schwefelcalcium aufgelöst war und nur Schwefelkohlenstoff gemengt mit der bei der Reduction des Gypses überschüssigen Kohle zurückblieb.

*Kohlungeschwefeltes Schwefelmangan* bildet zuerst eine dunkelbraune, durchsichtige Flüssigkeit, aber hernach wird ein Salz abgesetzt, in Form eines blassen brandgelben Pulvers, das dem Schwefelmangan gleicht. Die darüberstehende Flüssigkeit ist gelb. Das Gefällte wird beim Auswaschen mit gelber Farbe gelöst. Es schwärzt sich nicht auf dem Filtrum wie Schwefelmangan, und giebt nach dem Trocknen eine



etwas dunklere Masse, welche bei Destillation Kohlen-  
säuregas und Schwefel liefert und ein grünes Schwefel-  
mangan zurückläßt, das von Salzsäure ohne allen  
Rückstand von Kohle aufgelöst wird.

*Kohlengeschwefeltes Schwefeleisen* bildet eine tief  
weinrothe Flüssigkeit, welche allmählig dunkler wird  
und bei reflectirtem Lichte wie Dinte ansieht. Ein  
Ueberschuß vom Fällungsmittel giebt der Flüssigkeit  
eine dunklere Farbe. Ein Ueberschuß vom Eisen-  
oxydsulfate schlägt die Verbindung in Form eines ganz  
schwarzen Pulvers nieder.

*Kohlengeschwefelter Eisenschwefel* bildet einen  
tief dunkelrothen Niederschlag, der sich bald zu ei-  
nem einzigen Klumpen zusammenballt. Er ist in  
Wasser ganz unlöslich, verändert sich nicht beim  
Trocknen und giebt zerrieben ein umbrabraunes Pul-  
ver. Bei Destillation giebt er, in sehr gelinder Wär-  
me, zuerst Schwefelkohlenstoff und sodann, bei stärkerer  
Hitze, Schwefel, mit Hinterlassung von Schwefel-  
eisen.

*Kohlengeschwefeltes Schwefelkobalt* giebt eine  
tief olivengrüne Auflösung, welche im Reflex schwarz  
erscheint. Nach 24 Stunden hat diese einen schwar-  
zen flockigen Stoff abgesetzt und die Flüssigkeit ist  
durchsichtig, tief dunkelbraun.

*Kohlengeschwefeltes Schwefelnickel* giebt eine  
tief braungelbe Lösung, die wenig durchsichtig und  
im Reflexe schwarz ist. Die Verbindung wird inner-  
halb 24 Stunden in Form eines schwarzen Pulvers ge-  
fällt, worauf die darüberstehende Flüssigkeit durch-  
sichtig, braungelb wird.

*Kohlengeschwefeltes Schwefelcerium* scheint unlöslich zu seyn, weil das Ceriumchlorur nicht von kohlengeschwefeltem Salze gefällt wird. Dieses setzt nach einiger Zeit einen weissen flockigen Stoff ab.

*Kohlengeschwefeltes Schwefelzink* bildet einen sehr blafs gelben, fast weissen Niederschlag, welcher im trocknen Zustande gelb oder blafs brandgelb und halb durchsichtig ist.

*Kohlengeschwefeltes Schwefelkadmium* ist ein schön citronengelber Niederschlag und löslich in Wasser, weil die Flüssigkeit gelb ist auch bei Ueberschufs von Kadmiumoxydsalz.

*Kohlengeschwefelter Uranschwefel* giebt eine klare dunkelbraune Flüssigkeit, welche allmählig trübe wird und einen blafs graubraunen Niederschlag absetzt, der *kohlengeschwefeltes Schwefeluran* zu seyn scheint. Die Flüssigkeit bleibt gelb.

*Kohlengeschwefeltes Schwefelchrom* bildet einen graugrünen Niederschlag, so gänzlich dem Oxydhydrat ähnlich, daß er im Ansehen nicht davon unterschieden werden kann. Aber dieser giebt bei Destillation Schwefelkohlenstoff und läßt braunes Schwefelchrom zurück, das in offenem Feuer mit Lebhaftigkeit zu Chromoxydul verbrennt.

*Kohlengeschwefeltes Schwefelwismuth* fällt in Form eines schön dunkelbraunen Pulvers nieder, das in einem Ueberschufs des Fällungsmittels mit schön rothbrauner Farbe aufgelöst wird.

*Kohlengeschwefeltes Schwefelzinn* bildet einen schön dunkelbraunen Niederschlag, welcher beim Trocknen nicht verändert wird.

*Kohlengeschwefelter Zinnschwefel* bildet einen blafs brandgelben Niederschlag, der getrocknet tief brandgelb ist.

*Kohlengeschwefeltes Schwefelblei* ist ein tief dunkelbrauner Niederschlag, welcher, wo er auf dem Glase festitzt, sich durchscheinend erweist. Die darüberstehende Flüssigkeit ist tief gelb, wird aber in 24 Stunden farblos. Der Niederschlag ist nach dem Trocknen schwarz, nimmt durch Drücken Politur an und giebt bei Destillation Schwefelkohlenstoff und graues glänzendes Schwefelblei.

*Kohlengeschwefelter Kupferschwefel* bildet einen tief dunkelbraunen, fast schwarzen Niederschlag, der in einem Ueberschufs des Fällungsmittels mit tief dunkelbrauner Farbe auflöslich ist. Getrocknet ist er schwarz. Bei Destillation giebt er zuerst Schwefelkohlenstoff, dann Schwefel, und Schwefelkupfer bleibt zurück.

*Kohlengeschwefeltes Schwefelquecksilber* fällt in Form eines dunkelbraunen durchsichtigen Stoffes nieder, nicht unähnlich dem Bleisalze. Wird beim Trocknen schwarz. Giebt bei Destillation nur Quecksilber und Zinnober, ohne Zeichen von Schwefelkohlenstoff, der vermuthlich beim Trocknen fortgeht.

*Kohlengeschwefelter Quecksilberschwefel* ist ein schwarzer Niederschlag, der sich am besten hält, wenn die Flüssigkeit das Fällungsmittel im Ueberschufs besitzt. Trocken ist er schwarz, und bei Destillation giebt er Zinnober, ohne Zeichen von Schwefelkohlenstoff, den er im Trocknen verloren zu haben scheint.

*Kohlengeschwefeltes Schwefelfilber*: dunkelbrauner Niederschlag, der in einem Ueberschuß vom Fällungsmittel mit tief dunkelbrauner Farbe auflöslich ist. Trocken ist er schwarz, glänzend, und schwer zu pulvern. Bei Destillation giebt er Schwefelkohlenstoff in unbedeutender Menge, dagegen aber Schwefel, und es bleibt Schwefelfilber zurück.

*Kohlengeschwefelter Platinschwefel* bildet einen schwarz braunen Niederschlag, welcher in einem Ueberschuß vom Fällungsmittel mit brandgelber Farbe gelöst wird. Nach dem Trocknen ist er fast schwarz. Bei Destillation giebt er zuerst Schwefelkohlenstoff, später Schwefel und läßt Schwefelplatin zurück.

*Kohlengeschwefelter Goldschwefel* giebt einen dunklen graubraunen Niederschlag in einer trüben, schwer sich aufhellenden Flüssigkeit. Getrocknet ist er schwarz, giebt bei Destillation Schwefel und läßt das Gold geschwärzt durch Kohle zurück.

(Fortsetzung im nächsten Hest.)

---

#### IV.

*Versuch einer Theorie der durch galvanische Kräfte  
hervorgebrachten elektroskopischen Erscheinungen;*

von

G. S. O H M.

Vor Kurzem habe ich in Schweiggers Journal \*) Versuche bekannt gemacht, die mich zu einer Theorie des elektrischen Stromes führten, welche durch ihre ganz ungesuchte und doch vollkommene Uebereinstimmung mit der Erfahrung als die in der Natur gegründete sich zu erkennen giebt. Seitdem aber bin ich so glücklich gewesen, auf entgegengesetztem Wege aus der allgemein anerkannten und in dieser Region obersten Thatfache, die wir mit dem Namen der *elektrischen Spannung zwischen verschiedenartigen Körpern* zu bezeichnen pflegen, mit Hülfe der Mathematik, dem wundervollen Gedankenmedium, zwei den innern Zusammenhang aller bei der galvanischen Kette thätig einwirkenden Elemente aufschliessende Gesetze zu entdecken, die bestimmt und doch so einfach alle früher gefundenen wiedergeben und außerdem, was jene noch zu wünschen übrig ließen, in sich zu fassen scheinen. Diese factisch hier niederzulegen und ihre Anwendung auf besondere Fälle in kurzen Umrissen zu zeigen, ist meine Absicht. Ihre Her-

\*) Im zweiten Hefte des laufenden Jahrganges.

leitung, die nicht so einfach werden dürfte, und ihren Zusammenhang mit denen von verwandten Naturerscheinungen, behalte ich einer ausführlicheren Arbeit vor, zu der mir, wie ich hoffe, bald die dazu nöthige Muße vergönnt werden wird.

Um aber hierbei möglichen Mißverständnissen vorzubugen, mache ich darauf aufmerksam, daß die bei der hydroelektrischen Kette auftretende Flüssigkeit, wie ich am erwähnten Orte dargethan zu haben glauben darf, Modifikationen in die Ausdrücke bringt, von denen ich hier wie dort noch absehe, was desto füglicher geschehen kann, da sie in den meisten Fällen außer Acht zu lassen sind. Eben so wenig darf ich verschweigen, daß es mir hier nicht sowohl um feste Begründung der einzelnen Ergebnisse, als um möglichst einfache Darlegung derselben in ihrem Zusammenhange zu thun ist.

---

1) Es lassen sich die beiden auf jede galvanische Kette gewöhnlicher Art anwendbaren Gesetze durch folgende zwei Gleichungen kurz so aussprechen:

$$X = kw \frac{a}{l} \quad (a)$$

$$u - c = \pm \frac{x}{l} a, \quad (b)$$

wobei  $k$  das Leitungsvermögen,  $l$  die Länge,  $w$  den Querschnitt eines homogenen prismatischen Leiters,  $a$  die an seinen Enden hervortretende elektrische Spannung \*), und  $x$  die Länge eines Theils des Leiters

\*) Es ist wohl überflüssig zu bemerken, daß die Homogenität des

bezeichnet, der von einem in dem Leiter unveränderlich, übrigens willkürlich angenommenen Querschnitte, der zum Anfangspunkte der Abscissen gewählt worden ist, bis zu einem innerhalb des Leiters veränderlich gedachten Querschnitte reicht; ferner stellt  $X$  die auf der ganzen Länge des Leiters unveränderlich sich erhaltende Stärke des elektrischen Stromes und  $u$  die Intensität der auf das Elektrometer wirkenden, an der durch  $x$  bezeichneten Stelle befindlichen und mit ihr veränderlichen, Elektricität vor; endlich ist  $c$  eine durch gegebene Umstände noch zu bestimmende, von  $x$  unabhängige GröÙe. Das doppelte Zeichen in der Gleichung (b) bestimmt sich darnach, ob die Richtung der Abscissen von mehr — thätigen Stellen nach mehr + thätigen geht, oder ob umgekehrt.

2) Eine ganz einfache Zerlegung der Gleichung (a) führt zu besonderen Gesetzen, von denen ich folgende heraushebe:

I. Die Stärke des elektrischen Stromes bleibt in verschiedenen Leitern sich völlig gleich, wenn, bei gleicher Spannung an ihren Enden, ihre Längen sich verhalten wie die Produkte aus ihren Querschnitten in die ihnen eigenthümlichen Leitungskoeffizienten, mithin

a) bei gleicher Spannung und gleichem Leitungsvermögen, wenn ihre Längen sich verhalten wie ihre Querschnitte;

Leiters und die an seinen getrennten Enden hervortretende Spannung nur deshalb fingirt sind, um von den einfachsten Betrachtungen ausgehen zu können.

b) bei gleicher Spannung und gleichem Querschnitte, wenn sich ihre Längen wie die Zahlen verhalten, durch welche ihre Leitungsgüte ausgedrückt wird.

II. Bei gleichem Leitungsvermögen und gleichem Querschnitte in verschiedenen Leitern richtet sich die Stärke des Stromes nach dem Quotienten, der gebildet wird aus der an den Enden eines jeden Leiters hervortretenden elektrischen Spannung und aus der Länge desselben Leiters.

Es hält nicht schwer mit Zuziehung der Gleichung (b) sich zu überzeugen, daß die in I. ausgesprochenen Gesetze noch wahr bleiben, wenn anstatt der ganzen Leiter irgend beliebige Theile derselben betrachtet werden. Dadurch wird es möglich, für jeden Theil des homogenen und prismatischen Leiters einen andern von gegebenem Leitungsvermögen und gegebenem Querschnitte zu setzen, der den elektrischen Strom in Nichts ändert, und umgekehrt jeden aus Theilen von verschiedenem Leitungsvermögen und verschiedenem Querschnitte bestehenden Leiter in einen andern zu verwandeln, der in seiner ganzen Länge einerlei Leitungsvermögen und einerlei Querschnitt hat, wenn man nur jenem Gesetze gemäß ihre Längen sich verändert denkt. Auf solche Weise ist es erlaubt, die Gleichung (a) in folgende einfachere

$$X = \frac{a}{l} \quad (c)$$

umzuändern, wobei bloß zu bemerken ist, daß jede Länge eines Leiters oder Theil des Leiters, dessen Leitungsvermögen oder Querschnitt von den zur Norm gewählten abweicht, zuvor erst nach dem Gesetze I.



reducirt gedacht werden müsse. Die so gedachten Längen werde ich in der Folge deshalb *reducirte Längen* nennen.

3) Das Gesetz I. *a* ist zuerst von Davy aufgefunden und später von Barlow, Becquerel und mir bestätigt worden; jedoch erstreckten sich alle dabei vorkommenden Versuche stets nur auf einzelne und zwar wie zu vermuthen ist, relativ sehr kurze Theile der ganzen Leitung. Das Gesetz I. *b* giebt die Rechtmäßigkeit der von Becquerel und mir eingeschlagenen Methode zur Bestimmung des Leitungsvermögens verschiedener Metalle zu erkennen, und die dabei von mir gemachte Erfahrung, daß Leiter von einem und demselben Metalle, in chemischer Hinsicht, doch unter veränderten Umständen verschiedene Leitungsfähigkeit besitzen können, scheint, wenn sie sich bewährt, darauf hinzudeuten, daß das Leitungsvermögen der Körper noch von andern bis jetzt ganz außer Acht gelassenen Umständen abhängig sey. Das Gesetz II. ist früher von mir aus vielen mit Sorgfalt an der thermoelektrischen Kette gemachten Versuchen hergeleitet und in Schweiggers Journal a. a. O. zuerst in seiner Allgemeinheit ausgesprochen worden; es bildet, wie ich dort gezeigt zu haben glaube, die Grundlage zu einer Theorie des Multiplicators und der Säule, mit deren Ausbau ich eben noch beschäftigt bin. Die Gleichung (*a*) schließt fast alle von der Stärke des Stromes abhängigen Erscheinungen in sich, und doch ist sie nur der besondere Ausdruck einer weit allgemeineren Bestimmung.

Ich werde nun bemüht seyn, aus der Gleichung (*b*) die Fälle elektrokopischer Erscheinungen zu entwik-

keln, wie sie die Mannichfaltigkeit von Thatfachen, welche Galvani's wundervolle Entdeckung mit beispelloser Thätigkeit von ihrem ersten Ursprunge an bis jetzt zu Tage gefördert hat, nur immer zu erwarten berechtigt. Die vollkommene Uebereinstimmung der hier aus theoretischen Betrachtungen abgeleiteten Gesetze mit denen der Erfahrung, da wo sie sich begegnen, läßt keinen Zweifel übrig, daß, wo die Versuche mangeln, man nur die Natur zu fragen haben werde, um einen vollkommenen Einklang zwischen beiden zu Stande zu bringen.

Der leichtern Uebersicht wegen werde ich die durch galvanische Kraft hervorgebrachten elektroskopischen Erscheinungen an der einfachen Kette und an Voltaischen Zusammensetzungen besonders untersuchen.

#### A. Elektroskopische Erscheinungen an der einfachen Kette.

4) Die Gleichung (b), welche für die einfache Kette gilt, zeigt auf den ersten Blick, daß die mit  $u$  bezeichnete elektroskopische Kraft auf gleiche Strecken des Leiters immer um gleich viel sich ändere und zwar nach der einen Seite hin beständig fort stärker, nach der andern Seite dagegen stets schwächer werde; wenn daher an irgend einer Stelle innerhalb des Leiters  $u = 0$  ist, so wird in gleichem Abstände von dieser Stelle eine gleich starke Elektricität sich zeigen, die aber auf der einen Seite als positive, auf der andern als negative sich zu erkennen giebt. Die Erfahrung lehrt aber, daß immer, wo sich Elektricität selbstständig entwickelt, stets beide zugleich und in gleicher Stärke hervortreten, daher darf man wohl annehmen,

dafs in der sich selbst überlassenen galvanischen Kette an ihren Enden, wo die Elektrizitätserregung Statt findet, diese Kräfte als entgegengesetzte und gleich starke erscheinen werden. Es kann indessen auch geschehen, dafs die Kette durch äufsere Einwirkungen bestimmt wird, an irgend einer ihrer Stellen einen von dem natürlichen abweichenden elektrischen Zustand anzunehmen, der selbst wieder entweder bleibend, oder auch von der Zeit abhängig seyn kann. Im Folgenden wird häufig der Fall vorkommen, wo die elektroskopische Kraft der Kette an irgend einer Stelle dadurch bleibend vernichtet wird, dafs diese Stelle vollkommen ableitend berührt wird. In jedem solchen besondern Falle mufs die Konstante  $c$  aus den obwaltenden Umständen immer wieder besonders bestimmt werden.

Zunächst wollen wir den Fall betrachten, wo die Kette sich gänzlich überlassen bleibt. Da in diesem Falle, nach dem, was eben darüber gesagt worden ist, der Werth von  $u$  an den beiden Enden des Leiters gleich, aber entgegengesetzt wird, so ergiebt sich, wenn man dieser Bedingung gemäfs die Konstante  $c$  bestimmt und dabei den Anfangspunkt der Abscissen in das positive Ende des Leiters legt,

$$c = \frac{1}{2}a$$

mithin

$$u = \frac{3l - x}{l} a ;$$

es ist also in der Mitte einer solchen Kette die elektroskopische Kraft null, von da erhält sie nach beiden Enden hin allmählig und gleichförmig steigende Werthe, die jedoch nach dem Anfangspunkte der

*Abscissen hin positiv, nach dem entgegengesetzten Ende hin negativ werden, und in den Enden selbst ihren höchsten Stand erreichen, der für jedes Ende die halbe Spannung beträgt.*

5) Es hält nicht schwer, aus den Gleichungen (*a* und *b*) zu entnehmen, daß ein Nichtleiter einem Leiter von unendlicher Länge gleich zu setzen sey. In diesem Falle wird aber nach der in 4 aufgestellten Gleichung für jeden endlichen Abstand von dem positiven Ende

$$u = + \frac{1}{2} a$$

für jeden endlichen Abstand von dem negativen Ende

$$u = - \frac{1}{2} a ;$$

*wenn also irgendwo im Innern der Kette ein Nichtleiter eingeschoben, d. h. wenn die Kette irgendwo geöffnet wird, so ist für das ganze mit dem + Ende in Verbindung bleibende Stück der Kette die elektrische Kraft positiv und überall gleich der halben Spannung, eben so ist sie für das ganze mit dem — Ende zusammenhängende Stück der Kette überall gleich der halben Spannung, aber negativ.*

6) Stellt man sich, wie es der Natur der Sache am angemessensten ist, den Leiter so um sich selbst herumgeführt vor, daß seine bisher auseinander liegend gedachten Enden sich berühren, jedoch mit fester Beibehaltung ihrer vorigen Spannung, so bleibt, wenn man sich die Abscissen auf dem Umfange, oder vielmehr in der Axe des zur Figur geschlossenen Leiters genommen vorstellt, Alles noch wie bisher; aber man muß sich hüten, die Abscissen nicht über den Punkt, in welchem die Enden sich berühren, hinaus-

gehen zu lassen, weil für solche Längen der Abscissen die Gleichung nicht mehr gültig ist. Man wird sich jedoch durch eine einfache Betrachtung leicht überzeugen können, daß der für Abscissen, welche die Berührungsstelle einmal überspringen, aus der Gleichung gezogene Werth für  $u$  von dem wahren, stets nur um die ganze an der Berührungsstelle Statt findende Spannung sich unterscheidet, und zwar um diesen Werth zu groß oder zu klein ausfalle, je nachdem der Sprung von der positiven nach der negativen Seite oder umgekehrt geschieht. Man kann also die Abscissen ganz allgemein, positiv oder negativ und von jeder Größe, nehmen, wenn man nur jedes Mal, wo ein Sprung über die Berührungsstelle geschieht, den aus der Gleichung erhaltenen Werth von  $u$  um  $a$  vermehrt oder vermindert, je nachdem der Sprung von der negativen nach der positiven Seite, oder umgekehrt geschieht. Diese Bemerkung ist von Gewicht, weil durch sie alle Betrachtungen an der Säule sehr vereinfacht werden.

7) Fassen wir nun den elektrischen Zustand einer einfachen galvanischen Kette ins Auge, welche an irgend einer Stelle eine vollkommene Ableitung erhält. Für diese Stelle, wo  $x = \lambda$  seyn mag, ist  $u = 0$ , und bestimmt man dieser Bedingung gemäß die Konstante, so wird

$$c = \frac{\lambda}{l} a,$$

wenn alles Uebrige wie in 4 bleibt; man erhält demnach

$$u = \frac{\lambda - x}{l} a.$$

Es ist aber

$$\varphi \frac{\lambda - x}{l} a = \frac{\frac{1}{2}l - x}{l} a - \frac{\frac{1}{2}l - \lambda}{l} a,$$

wenn also irgend eine Stelle der einfachen galvanischen Kette eine vollkommene Ableitung erhält, so ist die elektroskopische Kraft irgend einer andern Stelle der Unterschied zwischen den beiden Kräften, welche die zuletzt gedachte und die ableitend berührte Stelle in der sich selbst überlassenen Kette besitzen.

Wenn demnach die einfache galvanische Kette an einem ihrer Endpunkte ableitend berührt wird, so wächst die elektroskopische Kraft ihres andern Endpunktes zur doppelten an.

8) Stellt man sich die Kette irgendwo in ihrem Innern geöffnet vor, d. h. nimmt man  $l = \infty$  an, so sind dabei zwei Fälle zu unterscheiden. Entweder beziehen sich  $\lambda$  und  $x$  beide auf dasselbe Stück der getrennten Kette, dann ist  $\lambda - x$  stets eine endliche GröÙe und also  $u = 0$  für jedes  $x$ ; oder  $\lambda$  und  $x$  beziehen sich auf Punkte, die in den verschiedenen Stücken der getheilten Kette liegen, dann kann man  $\lambda - x$  stets gleich  $\pm l$  setzen, also ist  $u = \pm a$  für jedes  $x$ . Der positive Werth muß für  $u$  genommen werden, wenn  $\lambda > x$ , d. h. wenn  $x$  sich auf einen Punkt bezieht, der zu dem Stücke gehört, in welchem das positive Ende liegt; im Gegentheile muß für  $u$  der negative Werth genommen werden. Wenn demnach das eine Stück der offenen galvanischen Kette an irgend einer Stelle ableitend berührt wird, so wächst die elektroskopische Kraft einer jeden Stelle des andern Stückes zur doppelten an.

9) Alles, was in 6 gemeldet worden ist, findet auch hier noch seine Anwendung, nur ist zu bemerken, daß mit dem aus der Gleichung für  $u$  erhaltenen Werthe nicht bloß wenn  $x$ , sondern auch wenn  $\lambda$  die Berührungsstelle überspringt, eine Aenderung vorgenommen werden muß. Die Aenderung für  $\lambda$  ist dabei der für  $x$  an GröÙe gleich, aber der Art nach entgegengesetzt, wie sich sogleich aus der in 7 für  $\frac{\lambda - x}{l} a$  aufgestellten Form  $\varphi$  ergeben läßt.

10) Diese Grundphänomene aller elektroskopischen Aeußerungen galvanischer Kräfte sind, was die offene Kette angeht, durch die Erfahrung schon hinlänglich bestätigt, und auch in Beziehung auf die geschlossene Kette giebt der auf Ampères Veranlassung von Becquerel an ihr gemachte Versuch \*) einen nicht unwichtigen Beleg ab. Da zudem die aus diesen Grundphänomenen weiter unten für die Säule abgeleiteten ähnlichen Erscheinungen durch Versuche, von Meistern in dem Fache angestellt, mehrfach bestätigt werden, so ist durch die vollkommene Uebereinstimmung jenes Theils der Theorie mit der Erfahrung die Wahrheit dieses Theils schon mit gegeben, und so sehe ich es gern, eigene noch nicht ganz zu Ende geführte Versuche darüber hier übergehen zu können.

(Beschluß im nächsten Heft.)

\*) Poggendorfs Annalen B. II. St. 2. S. 207.

## V.

*Ueber Schwefelcerium.*

Dr. Mosander hat eine Untersuchung über das Cerium angestellt, worüber er nächstens eine Abhandlung bekannt machen wird. Er hat unter andern Verbindungen des Ceriums mit dem Schwefel entdeckt. Man erhält sie auf zweierlei Arten; 1) dadurch, daß man in der Glühhitze Schwefelkohlenstoffdampf über kohlenfaures Ceroxydul leitet, wodurch man ein rothes, der Mennige ähnliches poröses und leichtes Schwefelcerium erhält, das sich weder in der Luft noch im Wasser verändert. 2) dadurch, daß man Ceroxyd mit Hepar in großem Ueberschuß in der Weißglühhitze zusammenschmelzt, und die Hepar darauf mit Wasser auszieht. Das Schwefelcerium bleibt in Gestalt sehr kleiner, glänzender Schuppen zurück, welche gepulvertem Musivgolde ähnlich sind und sich unter dem Mikrospe mit gelber Farbe durchsichtig zeigen. Diese beiden, dem Ansehen nach, verschiedene Arten von Schwefelcerium werden von Säuren leicht mit Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas und ohne Hinterlassung von Schwefel aufgelöst. Das Schwefelcerium besteht aus 74 Cerium und 26 Schwefel.



## VI.

*Vorläufige Bemerkungen über metallisches Eisen  
und seine Oxyde;*

VON

FR. STROMEYER.

In dem dritten Bande der Annalen der Physik und Chemie Seite 81 hat Hr. G. Magnus einige Versuche über die Selbstentzündlichkeit des durch Wasserstoffgas reducirten Eisens bei der gewöhnlichen Lufttemperatur mitgetheilt, welche von ihm im Laboratorio des Hrn. Prof. Mitscherlich angestellt worden sind. Diesen Versuchen zufolge glaubt derselbe die Entdeckung gemacht zu haben, daß das bei niedrigen Temperaturen mittelst Wasserstoffgas reducirte Eisen die Eigenschaft besitze, sich von selbst schon bei der gewöhnlichen Lufttemperatur zu entzünden, während das dadurch bei höheren Temperaturen erhaltene metallische Eisen diese Selbstentzündlichkeit nicht zeigt, und ist der Meinung, daß diese Verschiedenheit in dem Verhalten dieses Metalls bloß aus dem Grade seiner durch die Reduction erlittenen Verdichtung, je nachdem dieselbe bei einer niedrigern oder höhern Temperatur Statt gefunden habe, erklärt werden müsse.

Diese Sache verhält sich aber ganz anders. Das durch Wasserstoffgas vollkommen reducirte Eisen ist an der Luft durchaus nicht von selbst entzündlich,

und wäre Hr. M. bei seinen Versuchen mit mehr Umsicht zu Werke gegangen, so hätte ihm die wahre Ursache dieser scheinbaren Verschiedenheit in dem Verhalten dieses Metalls nicht entgehen können.

Schon seit mehreren Jahren habe ich mich mit Versuchen über die Desoxydation und Reduction der Metalle durch Wasserstoffgas beschäftigt, um genauere Bestimmungen über ihre verschiedenen Oxydationsstufen und ihre Capacität für den Sauerstoff zu erhalten. Aus diesen Untersuchungen, zu deren Bekanntmachung ich bisher noch nicht habe kommen können, will ich das, was auf diesen Gegenstand Bezug hat, ausheben und zur Berichtigung desselben hier vorläufig mittheilen.

Das Eisenoxyd läßt sich durch Wasserstoffgas, wie schon Hassenfratz bewiesen hat, vollständig reduciren. Um aber das Eisen auf diese Weise mit Sicherheit und Leichtigkeit in vollkommen metallischem Zustande zu erhalten, ist es, wie meine Versuche mich belehrt haben, erforderlich, daß das Wasserstoffgas über das Eisenoxyd im rothglühenden Zustande geleitet wird, und daß man dasselbe zuvörderst durch Hinüberleiten über Chlorcalcium entwässert und ebenfalls auch das durch Reduction erzeugte Wasser durch dieselbe Substanz auffängt. Indessen findet die Reduction dieses Metalloxyds durch den Wasserstoff auch schon bei niedrigern Temperaturen Statt, und selbst noch bei Wärmegraden, die tief unter der Rothglühhitze liegen. Nur geht dann die Reduction sehr langsam von Statten, und es hält, zumal bei sehr nie-

drigen Temperaturen, äußerst schwierig, es vollständig ohne Beimischung von Eisenoxydul in regulinisches Eisen zu verwandeln.

Das durch dieses Verfahren reducirte Eisen besitzt, wie ich schon oben bemerkt habe, keine pyrophorischen Eigenschaften, wofern es sich nur im vollkommen regulinischen Zustande befindet, es mag übrigens bei Rothglühhitze, oder bei einer unter derselben liegenden Temperatur gewonnen worden seyn. Indessen, was sehr bemerkenswerth und bisher unbeachtet geblieben ist, erlangt es die Eigenschaft, sich von selbst in Berührung mit der Luft zu entzünden, sobald es etwa bis zu einer Temperatur, bei welcher Cadmium schmelzt, erhitzt wird, und verbrennt unter sehr lebhaftem Glühen zu schwarzem Eisenoxyd, oder dem Eisenoxyduloxyd Proust's, der bekanntlich dieses Eisenoxyd zuerst für eine Verbindung von Eisenoxydul und Eisenoxyd erklärt hat. Hierbei pflanzt sich die in einem Punkte der zu den Versuchen angewandten Menge entstandene Entzündung sehr schnell durch die ganze Masse fort.

Wird hingegen Wasserstoffgas über 'rothes Eisenoxyd bei einer noch niedrigeren Temperatur, als die ist, bei welcher die Reduction anhebt, geleitet \*),

\*) Nicht bei hoher Temperatur; wie es bei Erwähnung dieser Versuche, vermuthlich durch ein Mißverständniß veranlaßt, im 3ten Theile von Döbereiner's Beiträgen zur pneumatischen Chemie Seite 58, und daraus in Schweigger's und Meinecke's Journ. f. Chemie und Physik B. 35. S. 115 angegeben wird.

so erleidet dasselbe bloß eine Desoxydation, und wird in das wahre Eisenoxydul umgeändert. Ich bezeichne dasselbe hier mit dem Beinamen wahres Eisenoxydul, weil das Eisen auf dieser Oxydationsstufe für sich isolirt vor mir noch von keinem andern Chemiker dargestellt worden ist, und weil das gemeiniglich dafür angenommene und beim Hinüberleiten von Wasserdämpfen über glühendes Eisen erhaltene Oxyd kein Eisenoxydul ist, sondern schon eine Verbindung von Eisenoxydul mit Eisenoxyd. Dasselbe besitzt eine dunkel schwarzblaue Farbe, die bei auffallendem Lichte fast völlig schwarz erscheint, und ertheilt auch dem Glase eine blaue Farbe. Von demselben rührt auch die blaue Farbe der blauen Eisenschlacken her.

Dieses Eisenoxydul besitzt nun die Eigenschaft der Selbstentzündlichkeit in einem hohen Grade. Hat man dasselbe in Wasserstoffgas vorsichtig erkalten lassen, und nachgehends gegen den Zutritt der Luft möglichst geschützt, so entzündet es sich augenblicklich, so wie es auf einer Porcellantasse dem vollen Zutritt der Luft ausgesetzt wird. Dabei verwandelt es sich aber nicht wie das metallische Eisen in das gewöhnliche schwarze Eisenoxyd, sondern geht auf der Stelle in vollkommen rothes Eisenoxyd über.

Dieses Eisenoxydul ist nun auch die Ursache der von Hrn. M. beobachteten Selbstentzündlichkeit des bei niedrigen Temperaturen durch Wasserstoffgas reducirten Eisens. Wie schon erwähnt, gelingt die vollständige Reduction dieses Metalls durch Wasserstoffgas bei niedrigeren Temperaturen äußerst schwierig, und es bleiben fast beständig geringe Mengen Ei-

senoxyduls dabei, die durch ihre spontane Entzündung leicht das metallische Eisen bis zu der Temperatur erhitzen, wobei sich dasselbe, wie eben angeführt, ebenfalls von selbst entzündet, und dadurch zu der Täuschung Veranlassung giebt, als wenn das metallische Eisen selbst diese Eigenschaft schon für sich be-  
 sässe.

Dafs eine solche Beimischung von Eisenoxydul bei den Versuchen des Hrn. M. wirklich Statt gefunden hat, erhellt vollends aus seinen Angaben über den Gewichtsverlust, welchen das rothe Eisenoxyd bei dieser Reduction erlitten hat. Er beruft sich zwar zum Beweise, dafs das Eisen vollkommen reducirt sey, auf die von Berzelius angegebene Mischung des Eisenoxyds. Diese Bestimmung giebt aber den Sauerstoffgehalt des Eisenoxyds um 0,5 Procent zu hoch an. Dasselbe enthält meinen Untersuchungen zu Folge nur 30,15 Sauerstoff anstatt 30,66, wie Berzelius dasselbe annimmt.

Aufser diesem rothen Eisenoxyde und dem erwähnten schwarzblauen Eisenoxydul kommen beim Eisen keine andern eigenthümlichen Oxydationsstufen vor. Das schwarze Eisenoxyd, welches sowohl durch unmittelbares Verbrennen des Eisens, als auch beim Hinüberleiten von Wasserdampf über metallisches Eisen gebildet wird, ist, wie dieses jetzt auch von mehreren Chemikern angenommen wird, kein eigenthümliches Oxyd, sondern blofs eine Verbindung der beiden erwähnten Oxyde. Das Verhältnifs dieser Oxyde zu einander in dieser Verbindung ist indessen nicht constant, sondern wechselt nach der Tempera-

tur und andern auf die Bildung desselben Einflusse habenden Umständen, und der Gehalt an Oxyd ist darin um so größer, je höher die Temperatur war, bei welcher die Verbrennung Statt findet und je länger die Einwirkung der Wasserdämpfe fortgesetzt wird. Deswegen sind auch die Angaben über die Gewichtszunahme des durch Verbrennen oder durch Wasserdämpfe oxydirten Eisens so sehr abweichend, so wie auch Berthier durch die Nichtbeachtung dieses Umstandes veranlaßt werden konnte, in dem Eisenhammer-schlage eine besondere Oxydationsstufe anzunehmen.

---

## VII.

*Ueber Lithion - Glimmer;*

von

Hrn. EDWARD TURNER M. D. \*)

Eine Löthrohrprobe mit dem rosenfarbenen Glimmer von Chursdorf, welche Hr. Dr. Turner auf Veranlassung des in diesem Minerale durch Hrn. Prof. C. G. Gmelin entdeckten Lithiongehaltes (Siehe dies. Ann. LXXIX. 43) unternahm, und wobei derselbe durch das charakteristische Verhalten dieses Glimmers überrascht wurde, führte die Untersuchung herbei, die hier gegenwärtig wegen ihres Zusammenhanges mit den Arbeiten des Hrn. Prof. Gmelin (letztere in dies. Bande S. 215) und zwar im Auszuge mitgetheilt werden soll. Daß Hr. Dr. Turner in Glimmern von Zinnwalde, von Altenberg, vom Ural, und in mehreren aus Cornwall einen Lithiongehalt mittelst des Löthrohrs entdeckte, ist schon in diesem Bande S. 217 angeführt worden, wo auch Hr. Prof. Gmelin zugleich einige interessante Bemerkungen von Hrn. Haidinger über das Vorkommen der Lithionglimmer bereits mitgetheilt hat. Dieses kann hier also übergangen werden, und so ebenfalls die Analyse eines braunen Glimmers von Cornwall, welche den Hauptgegenstand der im 5ten Heft des Edinburger Journal of Science p. 137 enthaltenen Abhandlung des Hrn. Dr. T. ausmacht, da der Verfasser selbst sie späterhin für

\*) Edinb. Journ. of Science. N. VI. p. 261. Im Auszuge.

ungenau erklärt und durch eine richtigere ersetzt hat. Der gegenwärtige Auszug ist aus einer späteren Abhandlung entnommen, die, außer der genannten Analyse, noch die der Glimmer von Zinnwalde, Altenberg und einer grauen Varietät aus Cornwall enthält, bis jetzt aber noch nicht geschlossen ist.

Um das Lithion von dem Kali zu trennen, wandte Hr. Dr. T. folgendes Verfahren an. Der Glimmer wurde im Agatmörser zu einem feinen Pulver zerrieben mit dem Sechsfachen seines Gewichtes an kohlen-saurem Baryt gemischt und anderthalb Stunden lang der Weisglühhitze ausgesetzt, darauf die Masse in Salzsäure gelöst und zur Trockne verdampft. Nachdem aus dieser die löslichen Theile mit heißem Wasser ausgezogen waren, wurde durch Ammoniak die Thonerde, das Eisen- und das Manganoxyd gefällt und alles nebst der zurückgebliebenen Kieseelerde durchs Filtrum abgefondert. Die durchgelaufene Flüssigkeit, welche noch heiß durch kohlen-saures Ammoniak vom Baryt befreit worden, wurde abermals filtrirt, dann abgedampft und die trockne Salzmasse zur Verjagung des Salmiaks geglüht. Nachdem sie aufs Neue in Wasser gelöst und mit einer Auflösung von Chlorplatin versetzt worden, wurde sie zur völligen Trockne verdunstet und hierauf mit Alkohol von mäßiger Stärke übergossen, welcher das Chlorlithium und den Ueberschuß des Chlorplatins auszog, das Doppelsalz von Chlorkalium und Chlorplatin aber ungelöst zurückliefs. Die weitere Trennung der beiden Alkalien geschah auf dem gewöhnlichen Wege. Es ist jedoch nöthig, das Chlorlithium in schwefel-saures Lithion zu verwandeln, weil das erstere zer-



fließend ist und deshalb keine genaue Wägung zuläßt. Uebrigens war vor der Hinzufügung des Platinsalzes die Abwesenheit des Kalkes durch klee-saures Ammoniak ermittelt und auch zur Entfernung eines möglichen Gehaltes an Mangan und Eisen der Flüssigkeit Hydrothion - Ammoniak hinzugesetzt worden; letzteres zeigte sich indeß meist unnöthig, da das Mangan durch das Ammoniak völlig abgeschieden war, und das wenige zurückbleibende Eisen schon durch das Glühen unlöslich wurde. Bei der ersten Analyse des braunen Cornwaller Glimmers gelang die Trennung des Lithions von dem Kalium nicht vollkommen. Hr. Dr. T. befolgte dort das Verfahren des Hrn. Prof. Gmelin, den Baryt durch Schwefelsäure zu entfernen, Chlorplatin dem Gemenge von schwefelsaurem Kali und Lithion hinzuzusetzen und das schwefelsaure Lithion durch Wasser von dem Doppelsalz aus Platin und Kali abzuscheiden. Welche Sorgfalt aber auch genommen wurde, so fand Hr. Dr. Turner doch, daß das Wasser mehr oder weniger von dem Doppelsalze auflöste, und deshalb wandte er späterhin das so oben beschriebene Verfahren an.

Die Analysen sind sämmtlich auf gleichem Wege angestellt, aber nur bei der des *Zinnwalder* Glimmers die einzelnen Angaben mitgetheilt. Von diesem Glimmer wurden 51,235 Gran durch kohlen-sauren Baryt zerlegt, und nach dem genannten Verfahren 7,35 Gr. schwefelf. Lithion = 2,281 Gr. = 4,09 pr. Ct. reines Lithion, und 9,68 schwefelf. Kali = 5,28 Gr. = 9,467 pr. Ct. reines Kali erhalten, wobei die Angaben von Thomson, daß 40 Schwefelsäure an Kali 48 und an Lithion 18 sättigen, zum Grunde gelegt ist.

Bei der ferneren Analyse wurde die des Topases von Berzelius zur Richtschnur genommen.

29,58 Gr. des gepulverten Glimmers wurden mit dem dreifachen Gewicht an kohlenf. Natron gemischt, auf eine halbe Stunde einer mäßigen Rothglühhitze ausgesetzt, und die Masse darauf völlig mit heißem Wasser ausgezogen. Die Flüssigkeit wurde mit kohlenfaurem Ammoniak versetzt und nun so lange einer Temperatur von 100° F. ausgesetzt, bis aller Geruch von Ammoniak verschwunden war, wobei sich auch die anfänglich von dem Natron aufgelöste Thon- und Kieseleder absetzte. Nach Filtration wurde die Flüssigkeit genau mit Salzsäure gesättigt, und die Flusssäure durch Chlorcalcium gefällt. Der flusssäure Kalk wog nach dem Glühen 5,41 Gr. = 1,509 Gr. = 5,133 pr. Ct. Flusssäure. Was das Wasser zu Anfang nicht gelöst hatte und das, was durch Ammoniak gefällt war, wurde in Salzsäure gelöst, und die Kieseleder auf gewöhnliche Weise bestimmt. Sie wog 15,07 Gr. = 44,247 pr. Ct. Aus der salzsauren Auflösung wurde in der Kälte und nach mäßiger Verdünnung die Thonerde und das Eisen durch eine allmählig hinzugesetzte Lösung von kohlenfaurem Natron gefällt und beide von einander durch Kali getrennt. Die Thonerde wog, nachdem sie einer Weißglühhitze ausgesetzt worden, 8,349 Gran = 24,532 pr. Ct., das geglühte Eisenoxyd hingegen 3,709 Gran = 3,329 Gran = 11,33 pr. Ct. Eisenoxydul. Die von Eisen und Thonerde befreite Flüssigkeit wurde zur Verjagung der Kohlensture stark gekocht und darauf mit kohlenfaurem Natron übersättigt. Es setzte sich ein schmutzig weißer Niederschlag ab, der nach Rothglühen 0,543

Gr. braunes Manganoxyd lieferte, entsprechend 1,489 Gr. oder 1,664 pr. Ct. an Oxydul.

Hiedurch wurden die folgenden Resultate erhalten:

	Glimmer von Zinnwalde	grauer Gl. aus Cornwall	Glimmer von Altenberg	brauner Gl. aus Cornwall
Kieselerde . . .	44,28	50,82	40,19	40,06
Alaunerde . . .	24,53	21,33	22,79	22,90
Eisenoxydul . . .	11,33	9,08	— —	— —
schwarzes Eisenoxyd	— —	— —	19,78	— —
Eisenoxyd . . .	— —	— —	— —	27,06
Manganoxydul . .	1,66	Spur	2,02	1,79
Flußsäure . . .	5,14	4,81	3,99	2,71
Kali . . . . .	9,47	9,86	7,49	4,30
Lithion . . . .	4,09	4,05	3,06	2,00
	100,50	99,95	99,25	100,82

Die Oxydationsstufe des Eisens in diesen Glimmern wurde nach der Farbe beurtheilt; Kalk und Magnesia konnte nicht in ihnen aufgefunden werden, eben so wenig wie Titan. Durchs Glühen verloren der Glimmer von Altenberg und der graue aus Cornwall ein Viertel Procent, der von Zinnwalde erlitt keinen merklichen Verlust.

Das specifische Gewicht war beim Glimmer von Zinnwald, nachdem er zur Vertreibung der Luft in destillirtem Wasser gekocht worden: 2,985; bei dem von Altenberg anfangs 3,0195 und nach dem Kochen 3,0426; bei dem grauen aus Cornwall anfangs 2,814 und nach dem Kochen 2,897; endlich bei dem braunen aus Cornwall anfangs 3,066 und nach dem Kochen 3,081. Alle diese Glimmer kommen merkwürdigerweise in Zinn-distrikten vor.

Hr. Dr. T. bemerkt ferner, daß, wenn im Glimmer Mangan enthalten sey, von diesem immer ein Antheil in der alkalischen Flüssigkeit zurückbleibe, auch selbst nachdem sich schon der flusslaure Kalk abgesetzt habe, daher es gut sey, der Flüssigkeit ein wenig Hydrothionammoniak hinzuzusetzen; auch sey es rathsam, die Flüssigkeit nach Absonderung des flusslauren Kalks zur Trockne zu verdampfen, um sicher alle Kiesel-erde abzuscheiden.

Daß das, was für Lithion gehalten wurde, wirklich solches war, ergab sich daraus: daß es mit Salzsäure ein leicht schmelzbares, sehr rasch zerfließendes und in Alkohol auflösliches Salz lieferte; daß das mit Schwefelsäure gebildete Salz neutral war, leicht schmolz und sich dann vollständig wieder in Wasser auflöste; daß es sich mit Essigsäure zu einem zerfließenden, beim Abdampfen einen zähen Schleim liefernden und völlig getrocknet sehr spröden Salze verband, welches nach dem Glühen ein kohlensaures Salz von entschiedener Alkaleität hinterließ, das leicht schmolz und beim Erkalten zu einer krySTALLINISCHEN Masse ansohß; endlich daß es das Platinblech angriff, auf dem man es geschmolzen hatte.

Prof. Gmelin zeigte meines Wissens zuerst, sagt Hr. Dr. T., daß die weingeistige Lösung des salzsauren Lithions mit rother Flamme brennt, eben so, daß das neutrale und saure schwefelsaure Salz dem Alkohol gleichfalls diese Eigenschaft erteilt. Die niedrigste Art, um dies beim salzsauren Salze zu zeigen, ist: daß man Fließpapier in die geistige Auflösung taucht, und darauf anzündet. Ein Stück salzsaures oder essigsaures Lithion, schwach befeuchtet, auf ei-

ner Messerspitze an die Flamme einer Kerze gebracht, theilt dieser sogleich eine rothe Farbe mit; das kohlenfaure Salz thut dasselbe, doch weniger deutlich. Das schwefelsaure Salz ist besonders gut zu diesem Zweck geeignet und macht es möglich, das Lithion dadurch von allen übrigen Salzbasen, mit denen es verwechselt werden kann, zu unterscheiden. Salzsaurer Kalk, salzsaurer und essigsaurer Strontian (doch nicht essigsaurer Kalk) färben die Flamme bei Berührung roth, aber kein schwefelsaures Salz außer dem vom Lithion besitzt diese Eigenschaft \*). Es läßt sich selbst noch  $\frac{1}{1000}$  Gran vom kristallisirten schwefelsauren Lithion erkennbar machen. Das beste Verfahren hierbei ist folgendes: Man hält das Salz auf einer Messerspitze ein wenig in die Kerzenflamme, damit es an dem Stahlhaste, befeuchtet es dann mit Wasser und bringt es nun mit den äußern Rand des untern blauen Theils der Flamme in Berührung. Es erscheint darauf ein rothes Licht in Gestalt eines Saumes an der Flamme, welches aber verschwindet, so wie das Salz trocken wird. Durch abermalige Befechtung wird die Wirkung erneut und der Versuch kann mit derselben Portion des Salzes vielmals wiederholt werden. Bringt man das Lithion Salz in das Innere der Flamme, so wird eine Mischung von Farben erzeugt, welche die Deutlichkeit des Vorgangs schwächt; aus diesem

\*) Wenn der schwefelsaure Strontian sehr fein gepulvert und stark mit Wasser befeuchtet ist, so theilt er der Flamme eine rothe Farbe mit, falls man ihn auf den Docht bringt. Beim schwefelsauren Kalk wurde dies nicht bemerkt. Schwefelsaure Magnesia wirken durchaus nicht auf die Flamme.

Grunde wurde ausdrücklich bemerkt, daß es nur den äußern Rand der Flamme berühren müsse.

Wenn ein Glaubersalzkry stall in die Flamme einer Kerze gebracht, oder noch besser, mit dem Docht in Berührung gesetzt wird, so vergrößert sich die Flamme außerordentlich und wird entschieden gelb. Schwefelsaures Kali, gepülvert und gut befeuchtet, auf gleiche Weise angewandt, färbt die Flamme blaß violett, ohne sie zu vergrößern. In geringer Menge wie das schwefelsaure Lithion angewandt, üben die beiden Salze nicht diese Wirkung aus, übrigens verhält sich das kohlen saure und salzsaure Kali oder Natron wie das entsprechende schwefel. Salz. Es erleidet also keinen Zweifel, daß nicht die drei Alkalien: Kali, Natron und Lithion durch ihre Wirkung auf die Flamme mit Leichtigkeit von einander unterschieden werden können.

Hinsichtlich der Leichtigkeit, mit der die Lithionglimmer in Fluß gerathen, hält Hr. Dr. T. es für sehr wahrscheinlich, daß sie zum Theil von der Gegenwart des Kalis abhänge, da er bemerkt hatte, daß die Lithionverbindungen, obgleich sie an sich leicht schmelzbar sind, es noch in einem höheren Grade werden, wenn Kali zugegen ist. So z. B. schmilzt eine Mischung von kohlen saurem oder salzsaurem Kali und Lithion bei einer niederen Temperatur als reines kohlen saures oder salzsaures Lithion für sich. Einige andere Beobachtungen des Hrn. Dr. T. mögen hier übergangen werden, da sie in dem Folgenden ausführlicher mitgetheilt sind.

## VIII.

*Ueber die Art, das Lithion in Mineralien mittelst  
des Löthrohrs zu entdecken; \*)*

VON

HRN. EDWARD TURNER, M. D.

Aus einigen bei der letzten Untersuchung beobachteten Thatfachen war es Hrn. Dr. T. wahrscheinlich geworden, daß ein Körper flüssig werden müsse, um auf die Flamme einen Einfluß auszuüben, besonders da einige schwer schmelzbare Mineralien in dieser Hinsicht ganz unwirksam sind, obgleich sie einen bedeutenden Antheil von Lithion enthalten, während die leichtflüssigen Lithionglimmer die Flamme roth färben. Dieserhalb wurde versucht, ob jene lithionhaltigen Mineralien auf die Flamme wirkten, wenn man sie leichter schmelzbar mache. Es wurde daher gepulverter Spodumen mit Wasser zu einem Teige gemacht und darauf der Löthrohrflamme ausgesetzt. Anfangs wollte das Mineral nicht schmelzen, auch die Flamme keine Röthe annehmen. Als aber die Hitze vergrößert wurde, schmolz das Mineral und sogleich färbte sich die Flamme roth, jedoch nur schwach. Bei Vermischung des Minerals mit Flußspath schmolz es noch leichter und gab auch der Flamme einen noch deutlicheren Stich ins Rothe.

Die flüssige Form befördert nun zwar die Färbung der Flamme, ist aber nicht wesentlich nöthig. Koh-

\*) Im Auszuge aus Edinb. Journ. of Science. N. VII. p. 113.

lenfaures Kupfer macht die Flamme grün ohne daß es schmelzt, und kohlenfaures Strontian, vor dem Löthrohr heftig erhitzt, phosphorescirt merkwürdig und theilt der Flamme eine rothe Farbe mit, obgleich die Probe völlig ungeschmolzen bleibt. Auch ist die Wirkung nach der Natur des Flußmittels verschieden. Spodumen z. B. schmilzt durch Zusatz von kohlenfaurem Kali oder Natron, und noch leichter durch Zusatz von Boraxsäure, oder phosphorsaurem Natron und Ammoniak, aber ohne daß eine Spur von rother Farbe sichtbar würde. Es geht hieraus hervor, daß eine gewisse chemische Bedingung, mehr als die flüssige Form, zur Färbung der Flamme nöthig ist.

Noch wirksamer auf den Spodumen, als Flußspath, ist saures flußsaures Kali; damit gemischt, mit Wasser zu einem Teige gemacht, und mittelst eines Platindrahtes der Löthrohrflamme ausgesetzt, schmilzt dieses Mineral leicht und theilt der Flamme eine lebhaft rothe Flamme mit. Doch wurde die Wirkung noch erhöht, wenn das Fossil statt des sauren flußsauren Kali mit einem Gemenge von 1 Thl. Flußspath und  $4\frac{1}{2}$  Thl. saurem flußsauren Kali zu gleichen Theilen vermischt auf dieselbe Art behandelt wurde. Beide Flußmittel scheinen in der Hitze, das letztere zu seinem Vortheil jedoch später, Flußsäure auszugeben, die das Fossil zerlegt, indem sie sich mit der Kieseelerde verbindet und Lithion frei macht. Das letztere Flußmittel verdient in der Praxis den Vorzug.

Die beiden hier so eben empfohlenen Flußmittel haben indess schon für sich eine Wirkung auf die Flamme, herrührend von der Gegenwart des Kali. Sie kann jedoch nicht mit der von Lithion erzeugten



verwechselt werden, und wenn ja ein Zweifel in dieser Hinsicht entsteht, so darf man sich nur statt jener eines Gemenges von 1 Thl. Flußspath mit  $1\frac{1}{2}$  Thl. schwefelsaurem Ammoniak bedienen, welches auf gleiche Weise wirkt, und für sich vor seinem Schmelzen der Flamme eine blaß bläulichgrüne Farbe, nach Art mehrerer anderer Ammoniaksalze, mittheilt.

Vom Petalit gilt dasselbe, wie vom Spodumen, auch läßt sich das hier gegebene Verfahren wegen der großen Verwandtschaft der Flußsäure zur Kiesel-erde wahrscheinlich auf alle kieselhaltigen Lithion-Mineralien mit Erfolg anwenden.

Da mehrere Strontian- und Kalksalze ebenfalls der Flamme eine rothe Farbe ertheilen, so untersuchte Hr. Dr. T. mit besonderer Sorgfalt, ob hieraus ein Irrthum entstehen könne. Obgleich derselbe es nicht für wahrscheinlich hält, daß der natürliche kohlen-saure und salzsaure Strontian mit einer lithionhaltigen Kiesel-erdeverbindung zu verwechseln sey, so theilt er doch deren Verhalten vor dem Löthrohr mit. Strontianit für sich, gepulvert und angefeuchtet, auf einem Platindraht der Löthrohrflamme ausgesetzt, theilt dieser eine gelbe Farbe mit, phosphorescirt nach länger fortgesetztem Blasen, und giebt bald hernach eine rothe Farbe. Letzteres hängt von dem Entweichen der Kohlen-säure ab, denn es findet nicht eher als bei eingetretener Phosphorescenz Statt, und dann färbt die Probe das Kurkumäpapier stark roth. Vermischung des Strontianits mit dem Fluß schwächt seine Wirkung auf die Flamme. Cölestine, auf gleiche Weise behandelt, giebt auch erst bei heftiger Hitze und nach ein Paar Minuten, wenn das Salz zersetzt

ist und zu phosphoresciren angefangen hat, der Flamme einen Stich ins Rothe; die Probe wird ebenfalls alkalisch. Dieser Vorgang wird durch Vermischung des Cölestins mit einem Fluß aus saurem schwefelsaurem Kali und Flußspath erleichtert, es tritt dann vollkommene Schmelzung ein ohne die geringste Spur von Röthe der Flamme; nach fortgesetztem Blasen wird die Probe aber allmählig fest und nun wird der Strontian leicht in den kaustischen Zustand versetzt. Diese Wirkungen können also nicht mit denen beim Lithion verwechselt werden.

Beim kohlenfauren und schwefelsauren Kalk sind die Erscheinungen dieselben wie beim Strontian, nur weniger deutlich, und treten auch nicht eher ein, als bis der Kalk kaustisch geworden ist. Kieselhaltige Mineralien, welche Kalk enthalten und zwar in beträchtlicher Menge, wie Datolith und Apophyllit, wurden mit dem Löthrohr untersucht, gaben aber weder für sich noch mit dem Fluß eine rothe Flamme. Hr. Dr. T. hält es für wahrscheinlich, daß der Strontian, wenn er in einem kieselhaltigen Minerale vorkommt, ebenfalls unwirksam seyn werde, oder falls er wirke, nur unter Umständen, die ihn hinreichend vom Lithion unterscheiden, nämlich erst nach Zersetzung des schwefelsauren Salzes, was aus ihm mittelst des Flußes gebildet worden ist.

Zuletzt spricht Hr. Dr. T. noch den Wunsch nach einem sichern Mittel aus, um die Gegenwart des Kali und Natrons in einem Minerale vor dem Löthrohr zu entdecken, da die von ihm in dem vorigen Aufsatz angegebenen ihren Zweck nicht ganz erreichen. Die blasse Lillafarbe nämlich, die das Kali er-

zeugt, unterscheidet zwar dessen Salze hinlänglich von denen des Natrons, ist aber bei einem Minerale nur alsdann deutlich genug, wenn das Kali darin in beträchtlicher Menge vorkommt. Eben so besitzen zwar mehrere natronhaltige Mineralien, wie Sodalit, Analcim, Chabasite, Albit, Pechstein u. s. w. die Eigenschaft des Natrons die Flamme gelblich zu färben, unglücklicherweise aber auch der flusssäure Kalk und, unter andern Umständen, vermuthlich Kalk ebenfalls. Der Verfasser glaubt indess, daß die gelbe Farbe, welche mehrere natronhaltige Fossilien der Flamme sehr deutlich mittheilen, den Chemikern und Mineralogen bisweilen nicht ohne Nutzen seyn werde.

---

## IX.

### *Ueber die Auffindung der Boraxsäure in Mineralien mittelft des Löthrohrs;*

von

Hrn. EDWARD TURNER, M. D.

(Auszug aus dem Edinb. philosoph. Journ. No. XXVII. p. 124.)

---

Unter die Reagenzien, welche Hr. Dr. T. bei Gelegenheit der vorhergehenden Versuche zur Ausmittlung des Lithions in Mineralien vergeblich anwandte, gehörten auch Boraxsäure und Gemenge von Boraxsäure mit Flusspath, wobei derselbe aber bemerkte, daß sie der Spitze der Löthrohrflamme eine grüne Farbe ertheilten, ähnlich der einer brennenden Auflösung der Boraxsäure in Alkohol. Diefs veranlaßte den Verfasser zu untersuchen, ob nicht hiedurch

geringe Mengen von Boraxsäure aufgefunden werden könnten, da es selbst nach Berzelius Urtheile an einem solchen Mittel bisher noch fehlte.

Wenn gepulverter und angefeuchteter Boracit auf einem Platindraht der Löthrohrflamme ausgesetzt wird, so erscheint die charakteristische grüne Flamme. Datolith und Humboldtit von Salisbury - Craig färben aber die Flamme nicht eher grün, als bis sie mit Schwefelsäure befeuchtet werden — ein Factum, was schon Hr. Prof. Pfaff in seiner analytischen Chemie angedeutet hat. Die Boraxsäure ist schon in mehreren Turmalinen gefunden worden. So fand Arfvedson 1 pr. Ct. von derselben in dem blauen Turmalin von Utö; Gruner 9 pr. Ct. in einer Varietät aus Grönland, und neuerlich entdeckte auch Prof. Gmelin dieselbe in mehreren anderen Varietäten dieses Mineralen. Turmalin entweder für sich oder mit Schwefelsäure befeuchtet vor dem Löthrohr erhitzt, giebt der Flamme keine grüne Farbe, eben so wenig als mit saurem flusssauren Kali oder einem Gemenge von salzsaurem Ammoniak und flusssaurem Kalk, so dafs also auf diesem Wege die etwa vorhandene Boraxsäure nicht entdeckt werden kann. Es gelingt jedoch vollkommen mit einem Flusse aus 1 Thl. Flussspath und  $4\frac{1}{2}$  Thl. saurem schwefelf. Kali. Dieser Fluß und gepulverter Turmalin zu gleichen Theilen vermischt, mit Wasser zu einem Teige gemacht, und auf einem Platindraht der Löthrohrflamme ausgesetzt, doch nicht an deren Spitze, sondern etwas näher an dem Docht, als die Spitze der blauen Flamme, theilt der Flamme sogleich nach dem Schmelzen eine rein grüne Farbe mit. Die Wirkung ist deutlich und unzweifelhaft, aber die

Operation erfordert einige Sorgfalt, denn die grüne Farbe erscheint nur auf einen Augenblick, so wie die Schmelzung eintritt, und ist sie einmal verschwunden, so kann sie nicht wieder zum Vorschein gebracht werden, wie lange man auch das Blasen fortsetzt.

Auf diese Art wurde die Boraxsäure in den nachstehenden Turmalinen entdeckt:

In einem *dunkelbraunen* und einem *grünen* T. aus Massachusetts, in *schwarzem* T. aus Brasilien, von Abo in Finnland, von Finbo, Arendal, vom St. Gotthard, aus Cornwall, Rosshire, Banffshire, Aberdeenshire, aus Deutschland, und von Penig in Sachsen; in einem *bräunlich schwarzen* T. von Käringsbrycka in Schweden, in einem *hellbraunen* T. aus Cornwall, und einen *hellbraunen*, divergirend faserigen T. eben daher.

Die Varietäten von Aberdeenshire und Penig sind gemeiner Schörl, der in Granit vorkommt; der mit diesem Schörl in Berührung stehende Feldspath gab, sorgfältig untersucht, nicht die geringste Anzeige von Boraxsäure. Eben so konnte in den folgenden Mineralien diese Säure nicht aufgefunden werden.

*Bimsstein* und *Obsidian* von den Liparen, *Pechstein* von Arran und Meissen, *Grünstein* von Salisbury-Craig, *Basalt* von Arthur's Seat, *gemeine Hornblende* von Arendal, *krySTALLisirte Hornblende* aus Böhmen, *Augit* und *Pyrop* eben daher, *gemeinsr Granat* aus Grönland, *Pistacit* aus Norwegen, *Feldspath*, *Leucit*, *Idocras*, *Zoisit*, *Lava* unbekannten Ursprungs.

*Axinit* (aus der Dauphinée und Cornwall, so wie ein Exemplar von unbekannter Herkunft) hingegen, obgleich darin bis jetzt die Boraxsäure noch nicht entdeckt wurde, wie der Verfasser glaubt \*), enthält dieselbe

\*) Im Axinit von Olfans in der Dauphinée hat schon Hr. Hofr. Vogel vor mehreren Jahren eine beträchtliche Menge Borax-

gewiß; denn, mit dem Fluß behandelt, verhält er sich genau wie Turmalin. Der sogenannte *derbe Axinit* aus Cornwall enthält keine Boraxsäure. Ein *Colophonit* aus Norwegen, muthmaßlich von Arendal, enthielt ebenfalls Boraxsäure, doch sieht Hr. Dr. T. dieselbe als außerwesentlich an, da sie wenigstens in zwei anderen Varietäten von demselben Fundorte und in einer aus Amerika nicht vorkommt. Der Hr. Verf. überzeugte sich übrigens bei einem Brasilianischen Topase, beim Colophonit, und beim Axinit, mittelst des gewöhnlichen Verfahrens, daß das, was wegen der grünen Farbe der Löthrohrflamme für Boraxsäure gehalten wurde, wirklich solche sey, und er schließt aus der Intensität der Farbe, mit welcher die weingeistige Lösung der abgetriebenen Boraxsäure brannte, daß der Axinit mehr von dieser Säure enthalte als jener Turmalin.

Hr. Dr. T. hält ferner dafür, daß weitere Beobachtungen über den Werth der hier vorgeschlagenen Proben entscheiden müssen, obgleich ihm keine Substanzen bekannt sind, die unter den genannten Umständen wie die Boraxsäure der Löthrohrflamme eine grüne Farbe ertheilen. Kupfersalze färben zwar die Flamme ebenfalls grün, doch schon ohne allen Fluß. Eben so läßt derselbe es unentschieden, wie geringe Mengen von Boraxsäure hiedurch noch zu entdecken seyen; doch schließt er aus den Analysen von Arfvedson und Gmelin, daß die Auffindung von 1 pr. Ct. der Säure noch gelinge.

Säure aufgefunden, und zwar auf nassem Wege. (Schweigg. Journ. XXII. 186). P.

Endlich macht der Hr. Verf. noch darauf aufmerksam, daß das saure flußsaure Kali allein nicht die grüne Farbe erzeuge, selbst nicht mit Datolit; eben so, daß reiner Flußspath und selbst saures schwefelsaures Kali (bifluate of potash) ebenfalls unwirksam sey, und daß daraus folge, die Flußsäure wirke nicht bloß durch Freimachung der Boraxsäure, sondern wahrscheinlich durch Bildung von fluoborfaurem Gase.

## X.

*Ueber die magnetisirende Kraft der brechbareren  
Strahlen des Sonnenlichtes;*

von

Mistress MARY SOMERVILLE.

Ueber diesen oft verhandelten Gegenstand ist am 2ten Febr. dief. Jahres in der K. Gesellschaft zu London eine von der Verfasserin gemachte Untersuchung vorgelesen, von welcher hier zum Nutzen derjenigen, die etwa die angeführten Versuche prüfend wiederholen möchten, der in den Ann. of Phil. N. S. Vol. XI. p. 224 enthaltene Auszug mitgetheilt wird.

Die Verfasserin beginnt mit einer historischen Einleitung. Sie bemerkt, daß es Prof. Morichini in Rom \*), nach seiner Angabe, zuerst gelungen sey, in

\*) Die erste Abhandl. von Morichini findet sich in dief. Ann. Bd. XLIII. 212. Die zweite in Bd. XLVI. 367; die Versuche von Configliachi in Bd. XLVI. 335. (P.)

den violetten Strahlen des Sonnenlichts-Spectrums eine Stahladel zu magnetisiren, daß Prof. Configliachi zu Pavia und Hr. Berard zu Montpellier die Versuche ohne Erfolg wiederholten, Dr. Brewster aber in seinem Treatise on new philosophical Instruments erwähnt, es hätten Sir Humphry Davy und Prof. Playfair in Italien die Wiederholung der Versuche gelingen sehen; indess habe man aus den unbestimmten und widersprechenden Resultaten, die selbst in jenem Lande erhalten wurden, geschlossen, daß die Versuche wahrscheinlich noch weniger in dem Klimia von England gelingen würden, und seitdem sey der Gegenstand nicht weiter erörtert worden.

Das ungewöhnlich heitere Wetter in dem verwichenen Sommer veranlaßte die Mistress Somerville über diesen Gegenstand einige Versuche anzustellen, und diese sind es, deren Resultate in dem Nachstehenden kürzlich angegeben werden.

Es wurde ein gleichschenkliches Prisma von Flintglas in der Oeffnung eines Fensterladens angebracht und dann eine ungefähr einen Zoll lange Nähnadel den violetten Strahlen des Spectrums ausgesetzt, welches man in ungefähr fünf Fuß Entfernung mit einer Tafel aufgefangen hatte. Daß die Nadel von Magnetismus frei, war vorher dadurch ausgemittelt, daß sie ganz unterschiedlos von den Polen einer Magnetadel angezogen wurde. Die eine Hälfte der Nadel wurde mit Papier bedeckt, da die Verfasserin es nicht für wahrscheinlich hielt, daß durch die Wirkung des Lichtes eine Polarität erfolgen würde, wenn die ganze Nadel derselben gleichförmig ausgesetzt wäre. Inner-



halb zwei Stunden wurde die Nadel magnetisch, und zwar das dem Lichte ausgesetzte Ende zum Nordpol. Der Versuch wurde mehrere Male mit den violetten Strahlen wiederholt und beständig mit Erfolg; nächst- dem wurde gefunden, daß die blauen und grünen Strahlen des Spectrums eine gleiche Wirkung aus- üben, doch in einem minderen Grade, und die indig- farbenen Strahlen fast in gleichem Grade, wie die vio- letten. Die gelben, orangefarbenen und rothen Strah- len hatten keine Wirkung, wie man ihnen auch die Nadel aussetzte, selbst wenn die Versuche drei Tage hintereinander fortgesetzt wurden. Eben so wenig wurde durch die Wärmestrahlen Magnetismus erregt, und dies zeigt, daß die Hitze keinen Antheil zur Hervorbringung der Resultate gehabt habe.

Stücke von Uhrfedern, ungefähr anderthalb Zoll lang und ein Achtel bis Viertel Zoll breit, von denen man sich zuvor versichert hatte, daß sie unmagnetisch waren, oder die durch Erhitzung vom Magnetismus befreit worden, wurden auf gleiche Art den brech- bareren Strahlen ausgesetzt; auch sie wurden magne- tisch und zwar die dem Lichte ausgesetzten Enden nordpolarisch. Sie schienen in der That mehr für den Magnetismus empfänglich als die Nadeln, wahr- scheinlich wegen ihrer größeren Oberfläche und we- gen ihrer blauen Farbe. Stäbe (Bodkins) wurden nicht magnetisch, vermuthlich, wegen ihrer größe- ren Masse. Als die violetten Strahlen mittelst der gro- ßen Linse concentrirt wurden, die der Dr. Wolla- ston zu seinen Versuchen über die chemischen Strah- len anwandte, wurde der Stahl in kürzerer Zeit ma- gnetisch, als durch jene Strahlen in ihrem gewöhnli-

chen Zustand. Es fand sich auch, daß es bei diesen Versuchen unnöthig war, den Raum zu verfinstern, indem es hinreichte, das Spectrum auf einen Theil des Gemachs zu werfen, wohin die Sonnenstrahlen nicht unmittelbar gelangten.

Fr. Somerville untersuchte ferner die Wirkung der Sonnenstrahlen, die von einem blauen Glase durchgelassen wurden. Nadeln, die halb bedeckt, wie vorhin, unter ein durch Kobalt blau gefärbtes Glas gelegt wurden, erhielten ebenfalls Polarität, obgleich Sorge getragen war, daß keine magnetischen Substanzen sich anwesend befanden. Es wurde nicht ausgemittelt, ob die Strahlen, welche chemische Veränderungen erzeugen, einen Antheil an dieser Wirkung hatten; denn als man zwei in eine Lösung von salzsaurem Silber getauchte Papierstreifen den Sonnenstrahlen unter dem blauen und unter gemeinem weißem Glase aussetzte, wurden beide in derselben Zeit und in demselben Grade geschwärzt. Nadeln, auf gleiche Weise unter grünem Glase den Sonnenstrahlen ausgesetzt, wurden ebenfalls magnetisch.

Als Nadeln in Stücke von einem grünen und blauen Bande eingewickelt und zur Hälfte mit Papier bedeckt, auf die Dauer eines Tages hinter einer Glasscheibe aufgehängt wurden, erhielten sie ebenfalls Polarität; die unbedeckten Enden wurden wie gewöhnlich zu Nordpolen. Bei gleichem Verfahren wurde aber keine Wirkung erzeugt als die Nadeln in rothe, orangefarbene oder gelbe Seide eingewickelt wurden.

Bei allen den hier erzählten Versuchen, mit Ausnahme weniger Fälle, die anscheinend einer vorherigen, aber wegen ihrer Schwäche nicht zu entdeckenden An-

lage zum Magnetismus zugeschrieben werden müssen, wurde das dem Lichte ausgesetzte Ende der Nadel nordpolarisch. Die Zeit zwischen zehn und ein Uhr scheint am günstigsten für diese Versuche zu seyn. So wie die Jahreszeit vorrückte, war der erlangte Magnetismus weniger andauernd, oder die Nadeln erforderten eine längere Einwirkung des Lichtes, um bleibend magnetisch zu werden, und die Wirkung nahm im Allgemeinen ab. Aus allem diesen schließt die Verfasserin, daß die brechbareren Lichtstrahlen die Eigenschaft besitzen, Magnetismus zu erregen.

---

## XI.

### *Beschreibung zweier neuen Mineralien, der Königin und des Beudantits;*

VON

Herrn A. LEVY \*).

---

Unter den sehr interessanten und zum Theil unbeschriebenen Mineralien, welche sich in der Sammlung des Marquis de Drée befanden und welche Herr Heuland, der sie kürzlich kaufte, seiner eignen Sammlung einverleibt hat, sind auch zwei neue, deren Beschreibung hier mitgetheilt wird. Hr. Levy nennt das eine vorschlagsweise *Beudantit*, zu Ehren des Hrn. Beudant, und, auf Anrathen des Hrn. Heuland, das andere *Königine*, zu Ehren des Hrn. König, Directors vom Brittischen Museum.

\*) Annals of Phil. N. S. T. XI. 194.

**I Königine.** Die Kennzeichen, welche dieses Mineral von allen zeither beschriebenen unterscheiden, wurden schon an einem Exemplar, das gegenwärtig im Besitze der verwitweten Gräfin von Aylesford ist, aufgefunden, ehe die Sammlung des Marquis de Drée in England anlangte. Die Stücke, von denen es sich hernach ergab, daß sie zu derselben Species gehörten, hatten die Aufschrift: *cuivre muriaté et phosphaté*. In beiden Fällen kommt das Mineral in kleinen smaragdgrünen oder schwärzlich grünen und durchsichtigen Kry stallen vor, die eine von dem in Fig. 3. 4. u. 5 (Taf. VI.) dargestellten Formen besitzen. Diese Kry stallen lassen sich nur und zwar sehr leicht parallel mit der Fläche *P* spalten; die durch Spaltung erhaltene Fläche ist sehr glänzend und rechtwinklich gegen die Seitenflächen *m*. Diese Seitenflächen sind gewöhnlich matt und schwach gekrümmt. Der letztere Umstand giebt den Kry stallen, die in Richtung der Axe ein wenig verlängert sind, einigermaßen eine cylindrische Gestalt. Aus demselben Grunde können die Winkel an den Seitenflächen nur annäherungsweise, mittelst des gewöhnlichen Goniometers gefunden werden; sie scheinen ungefähr  $105^{\circ}$  zu betragen. Ein gerades Prisma von  $105^{\circ}$  kann also als Grundform betrachtet werden. Das Verhältniß zwischen einer Seite der Basis und der Höhe ist nicht bestimmt worden, weil der Winkel zwischen *P* und *a* (Fig. 5) nicht mit hinreichender Genauigkeit gemessen werden konnte. Die Härte des Minerals ist beinahe dieselbe als die des Gypses. Es läßt sich sehr leicht pülvern. Die Kry stallen sind dicht zusammengewachsen, und sitzen auf dichtem eisenhaltigen Kupfer-

oxyd. Der Fundort ist Werchoturi in Sibirien. Nach einer Untersuchung, die der Dr. Wollaston mit einer sehr geringen Menge dieses Mineralen anstellte, scheint es hauptsächlich aus Schwefelsäure und Kupfer zu bestehen, und kann vielleicht als ein basisches schwefelsaures Kupfer betrachtet werden. Dieses Resultat zeigt eine große Analogie zwischen der Königine und dem *Brochantit*, der nach Hrn. Children's Untersuchung ebenfalls der Hauptsache nach aus Schwefelsäure und Kupferoxyd besteht. Die Härte, die Farbe, das Muttergestein und der Fundort beider Mineralien scheinen ebenfalls nahe dieselben zu seyn, aber ihre Formen sind gänzlich verschieden. Der *Brochantit* kommt in dünnen rechtwinklichen Tafeln vor, an denen die Ecken abgestumpft und die Kanten zugespitzt sind, und die anscheinend ohne alle Spaltbarkeit sind. Die Königine hingegen kommt in cylindrisch gestalteten KrySTALLen vor, mit einem leichten und sehr glänzenden blättrigen Bruch senkrecht auf der Axe. Wenn diese beiden seltenen Mineralien in größeren Quantitäten zu erhalten sind, wird es jedoch der Aufmerksamkeit der Mineralogen und Chemiker werth seyn, sie wiederum zu vergleichen.

II. *Beudantit*. Dieses Mineral kommt in kleinen, dicht zusammengewachsenen KrySTALLen vor, von der Gestalt der Figur 6, welche ein etwas stumpfes Rhomboëder mit abgestumpften Ecken darstellt. Ihre Farbe ist an der Oberfläche schwarz, und ihr Glanz einigermassen Fettglanz, aber in dünnen Fragmenten sind sie durchsichtig und von einer dunkelbraunen Farbe. Sie spalten leicht, parallel der Fläche  $\alpha'$  oder in senk-

rechter Richtung auf der Axe des Rhomboëders. Diese Spaltungsebene ist jedoch nicht glänzend genug, um bei Messung ihrer Neigung gegen die Rhomboëderflächen die Anwendung des Reflexionsgoniometers zu erlauben. Die letzteren Flächen sind gewöhnlich glänzend, doch zuweilen schwach gekrümmt. Das Mittel aus mehreren mit dem Reflexionsgoniometer erhaltenen Messungen gab für die Neigung von *P* gegen *P*,  $92^{\circ} 30'$ . Die Grundgestalt des Bendantits ist daher ein stumpfes Rhomboëder von  $92^{\circ} 30'$ . Die Härte desselben ist merklich gröfser als die vom Flusspath. Gepulvert besitzt er eine grünlich graue Farbe. Das Muttergestein scheint dieselbe Substanz in einem dichten Zustand zu seyn, durchzogen mit Adern von faserigem Hematit. Er kommt zu Hohnhausen am Rhein vor. Eine chemische Untersuchung dieses Minerals, welche Hr. Levy dem Dr. Wollaston verdankte, liefs merkwürdigerweise nur Blei- und Eisenoxyd entdecken.

## XII.

*Ueber das Brennen von comprimirtem Gase;*

von

Hrn. J. DAVIES \*).

Als ich vor mehr als zwölf Monaten, sagt Herr D., einige Versuche über das Verbrennen von com-

\*) Ann. of Phil. N. S. XI. III. Im Auszuge.

primirtem Gase anstellte, beobachtete ich zufällig eine Erscheinung, die, wie ich glaube, etwas Besonderes hat.

Wenn die Mündung der Brennröhre zu groß ist, so läßt sich die Flamme nicht unterhalten, da sie durch den schnellen Strom des Gases ausgeblasen wird; ist sie aber etwas klein, so befindet sich die Flamme unter den vortheilhaftesten Umständen. Vergrößert man darauf die Oeffnung, doch nicht so sehr, daß die Flamme erlischt, so wird diese blau, rauschend und flatternd, wobei sie sehr wenig Licht giebt. Hr. D. fand nun zu seinem großen Erstaunen, daß, wenn das Gefäß umgekehrt wurde, sobald die Flamme in jenem Zustande war, dieselbe sich augenblicklich veränderte, indem sie ruhig, ohne Geräusch, und mit vielem Glanze brannte. Der Versuch wurde oft und mit verschiedenen Gefäßen wiederholt, aber jedes Mal genau mit demselben Erfolg.

Die Ursache dieser Erscheinung liegt nach Hrn. D. darin, daß das Gas, welches durch Erhitzung verdünnt und leichter als die atmosphärische Luft geworden, bei aufrechter Stellung des Gefäßes sich in Richtung der Flamme erhebt, und mit größerer Geschwindigkeit in die Höhe steigt, als im letzteren Fall, wo das Gas vermöge der hydrostatischen Wirkung der Luft gegen die Flamme strömt. Daher entweicht das Gas zum Theil unverbrannt, wenn das Gefäß aufrecht steht, strömt aber auf die Flamme zurück, und vervollständigt die zuvor unvollkommene Verbrennung, wenn die Brennröhre nach unten gekehrt ist.

Ob diese Thatfache einer praktischen Anwendung fähig sey, läßt Hr. D. noch unentschieden; indess fin-

det er, daß der Verbrauch an Gas bei dieser Art des Brennens sehr beträchtlich ist, ohne daß dabei, wenigstens unter dem gewöhnlichen Druck, die leuchtende Kraft bedeutend vergrößert wird.

### XIII.

*Ueber die Einrichtung meteorologischer Instrumente, welche in Abwesenheit des Beobachters ihren Stand für einen gegebenen Augenblick oder für mehrere aufeinander folgende Zeiträume selbst anzeigen \*).*

Daß Instrumente, die entweder ihren Gang selbst aufzeichnen, oder dem Beobachter erlauben, ihren für gewisse Momente habten Stand zu einer beliebigen Zeit abzulesen, ein wahres Bedürfnis für die Meteorologie sind und wesentlich zu deren Fortschritten beitragen würden, wenn sie Zweckmäßigkeit mit Wohlfeilheit verbanden, das kann wohl keinem Zweifel unterliegen. Aus diesem Grunde mögen hier die nachstehenden Vorrichtungen des Hrn. Blackadder eine kurze Erwähnung finden, da sie, wenn auch nicht die Aufgabe erledigen, doch wenigstens die Aufmerksamkeit auf sie lenken und vielleicht einen glücklichen Gedanken zur völligen Auflösung dieser herbeiführen können. Hr. B. hat seine Bemühungen gleichzeitig auf das Thermo-, Hygro- und Barometer angewandt.

\*) Im Auszuge aus dem Edinb. Journ. of Sc. No. VI. p. 251.



Vom Thermometer mag hier zunächst die Rede seyn. Um den Stand desselben für irgend einen Zeitpunkt zu erhalten, ohne daß eine gleichzeitige Ableitung nöthig sey, bedient Hr. B. sich des von Rutherford erfundenen Instrumentes, das unter dem Namen Thermometrograph allgemein bekannt ist und noch in diesem Bande S. 127 ausführlich beschrieben wurde, daher auch hier nicht weiter erklärt zu werden braucht. Dieses verbindet Hr. B. mit einem Uhrwerke, wodurch es zu der festgesetzten Zeit aus derjenigen vertikalen Stellung, bei welcher die Marken sich an der Gränze der thermometrischen Flüssigkeiten befinden, in die horizontale Lage gebracht wird. Da der Weingeist die Glasmarke nur bei seinem Zusammenziehen mit sich führt, bei seinem Ausdehnen aber über dieselbe hinweggeht; das Quecksilber hingegen die Stahlnadel fortzieht, wenn es sein Volumen vergrößert, dieselbe aber liegen läßt (oder vielmehr liegen lassen soll), wenn es sich zurückzieht; so ist leicht zu ersehen, daß man die Temperatur für den verlangten Augenblick haben würde, wenn man gleichzeitig mit der Umkehrung des Instrumentes, entweder die Temperatur des Weingeistthermometers erhöhte, oder die des Quecksilberthermometers, erniedrigte. Dies ist auch, was Hr. B. angewandt hat. Im ersteren Fall läßt er den durch eine kleine Flamme erzeugten Wasserdampf unter die Weingeistkugel treten, im letzteren Fall, offenbar viel praktischer, die Quecksilberkugel mit einem kleinen Haarpinsel in Berührung kommen, durch welchen fortwährend gewöhnlicher Branntwein auf jene tröpfelt, und vermöge der Verdunstung die nöthige

Erkältung in einem hinreichenden Grade bewirkt wird. Es ist klar, daß man zu dem beabsichtigten Zweck nur eins dieser Mittel gebraucht, aber so viele besondere Vorrichtungen haben muß, als Zeitpunkte gegeben sind, für die man in seiner Abwesenheit die Temperatur zu wissen verlangt. Hr. B. bedient sich übrigens zu den, das Minimum der Temperatur anzeigenden, Weingeistthermometern (die er Pfychrometer nennt) eines ungefärbten, etwas alten, und wiederholt mit Sorgfalt filtrirten Weingeistes, da gefärbter und frisch destillirter mit der Zeit immer etwas absetzt.

Beim *Hygrometer* wendet Hr. B. ein gleiches Verfahren an, was möglich ist, da er sich des, zuerst von Hutton angegebenen, Verdunstungshygrometers zum Messen der Feuchtigkeit bedient. Die Vorrichtung ist zwar im Edinb. Journal nicht ausführlich beschrieben, allein hinreichend angedeutet, um eine Vorstellung von ihr zu erhalten. Die oben genannten Thermometer sind nämlich, bevor sie durch das Uhrwerk horizontal gestellt werden, mit Wasser feucht gehalten und zeigen also die von dem jedesmaligen Feuchtigkeitszustande der Luft abhängende Verdunstungskälte an. Werden sie nun durch die Wage-rechtstellung von dem Gefäße mit Wasser getrennt, und dagegen, entweder das Weingeistthermometer fortdauernd erwärmt, oder das Quecksilber durch irgend ein Mittel noch weiter und anhaltend erkältet, so ist klar, daß die Marken in den Thermometern jene gesuchte Verdunstungskälte anzeigen.

Beim *Barometer* endlich beruht das Verfahren des Hrn. B. darauf, daß er für den gegebenen Zeit-

punkt, mittelst eines Uhrwerks alle Communication dieses Instrumentes mit der äusseren Luft unterbricht. Dazu wendet er ein Gefäfsbarometer an, bei welchem das nur 2 Zoll tiefe Gefäfs einen sehr grofsen Durchmesser besitzt, und so weit mit Quecksilber gefüllt ist, dafs nur ein sehr kleiner Raum für die Luft übrig bleibt. Ein Hahn am oberen Theil des Gefäfses, den das Uhrwerk mittelst eines Hebels in dem festgesetzten Augenblick verschliesst, hemmt den Gang des Barometers, insofern derselbe von den Veränderungen im Luftdruck abhängt. Die Ablefung wird hernach zur beliebigen Zeit wie gewöhnlich vollzogen \*).

- \*) Unter allen mir bekannten Vorrichtungen dieser Art scheint mir die hier vorgeschlagene die einzige zu seyn, die neben einer leichten Ausführbarkeit eine erträgliche Genauigkeit gewährt. Ist nämlich das Luftvolumen, was im Gefäfs eingeschlossen bleibt, sehr gering, das Gefäfs, wie angegeben, flach, und die Barometerröhre gut cylindrisch; so sind die Verlängerungen und Verkürzungen der Quecksilbersäule, welche dieselbe nach Abschließung des Instrumentes durch die Wärmeänderungen erleidet, den Graden des Thermometers proportional und man braucht folglich nur die Temperatur für den Augenblick der Ablefung zu kennen, um den beobachteten Stand des Barometers auf eine Normaltemperatur zu reduciren. Es ist selbst nicht einmal nöthig, dafs die Barometerröhre genau cylindrisch sey, da sich die Correction wegen der Temperatur, durch Vergleich mit einem andern Barometer empirisch ausmitteln läfst. Uebrigens könnte man das von Hrn. B. beim Thermometer angewandte Verfahren auch auf das Thermo-Barometer ausdehnen, und so dem meteorologischen Apparat wenigstens eine gewisse Gleichförmigkeit geben. (P.)

## XIV.

*Ueber die Kry stallform des Polymignits und der phosphorsauren Yttererde.*

Die chemische Zusammensetzung dieser beiden seltenen Mineralien ist den Lesern schon im Band LXXIX. S. 205 d. Ann. mitgetheilt worden; es wird daher für mehrere von ihnen nicht ohne Interesse seyn, auch das über die Kry stallform Bekannte hier kürzlich angeführt zu sehen. Die Zeichnungen (Fig. 7 u. 8), welche aus dem Edinb. Journ. of Sc. N. VI. entlehnt sind, stammen von Hrn. Haidinger her und wurden von diesem nach Kry stallen entworfen, die derselbe bei Hrn. Tank in Norwegen zu sehen Gelegenheit hatte. Die Messungen und Berechnungen über den Polymignit hingegen sind vom Dr. Gustav Rose gemacht, wozu er durch Kry stalle in den Stand gesetzt war, die er der Güte des Hrn. Berzelius verdankt.

Die Grundform des *Polymignits* (Taf. VI. Fig. 7) ist ein Rhombenoctaëder, worin

$$a : b : c = \sqrt{2,104} : \sqrt{4,255} : 1$$

die Winkel in den Endkanten =  $136^{\circ} 28'$  und  $116^{\circ} 22'$ , und die in den Seitenkanten =  $80^{\circ} 16'$ . Die vertikale Axe ist durch  $c$ , und die beiden horizontalen durch  $a$  und  $b$  bezeichnet. Die Formeln für die Flächen sind folgende:

$$P = [a : b : c]$$

$$T = [a : \infty b : \infty c]$$

$$M = [\infty a : b : \infty c]$$

$$n = [a : b : \infty c]$$

$$s = [a : \frac{1}{2}b : \infty c]$$

$$t = [a : \frac{1}{2}b : \infty c]$$

Die Neigungen betragen:

$$\text{von } P \text{ gegen } T = 121^\circ 49'$$

$$- P - M = 111^\circ 46'$$

$$- P - n = 130^\circ 8'$$

$$- n - T = 144^\circ 53'$$

$$- n - M = 125^\circ 7'$$

$$- s - T = 125^\circ 25'$$

$$- s - M = 144^\circ 35'$$

$$- t - T = 109^\circ 34'$$

$$- t - M = 160^\circ 26'$$

Die Kryftalle litten indeß keine fehr genaue Mef-  
fung mit dem Reflexionsgoniometer. Die Winkel,  
nach welchen die übrigen berechnet wurden, waren  
die zwifchen den Flächen  $t$  und  $T$ , und den Flächen  
 $T$  und  $P$ . Nach Hrn. H. find die Kryftalle gewöhn-  
lich zwifchen  $T$  und  $T$  zufammengedrückt und in  
Richtung der Axe verlängert; die Theilbarkeit fehr  
unvollkommen, doch zuweilen eine Spur von derfel-  
ben parallel mit  $T$  und  $M$  fichtbar, und die Ober-  
fläche bisweilen nach der Länge gestreift. Das Uebrige  
ift fchon früherhin angegeben worden.

Ueber die *phosphorfaure Yttererde* (Taf. VI.  
Fig. 8), die, wie aus der Zeichnung erhellt, zum  
pyramidalen (Mohs) oder viergliedrigen (Weifs)  
Systeme gehört, find bis jetzt noch keine Winkel-

messungen angestellt. Die von Hrn. H. beobachteten Blätterdurchgänge lagen rechtwinklich gegen einander parallel den Flächen *l* und *l*.

---

## XV.

*Ueber die Wirkung der Schwefelsäure auf den Alkohol und über die Natur der daraus hervorgehenden Verbindungen.*

---

Ueber diesen Gegenstand hat Hr. Hennel zu London, der K. Gesellschaft daselbst, eine Arbeit übergeben, in der derselbe durch eine Reihe von Versuchen zeigt, daß das, was man gewöhnlich *Weinöl* nennt, bloß eine neutrale Verbindung von Schwefelsäure mit Kohlenwasserstoff ist. Wenn man das *Weinöl* mit Kali oder einer andern Base behandelt, so wird ein Theil desselben als ein dickes Oel abgeschieden, während ein anderer Theil mit der Basis und Säure zu bestimmten Doppelsalzen vereinigt bleibt. Diese Salze, welche aus *zwei* Proportionalen Schwefelsäure, *einem* P. Kohlenwasserstoff und *einem* P. von der Basis bestehen, sind löslich in Alkohol, der KrySTALLISATION fähig, brennen bei Erhitzung mit Flamme und lassen saure schwefelsaure Salze zurück. Der Kohlenwasserstoff ist, wie das ölbildende Gas, aus *einem* Prop. Kohlenstoff und *einem* Prop. Wasserstoff zusammengesetzt; doch sind von dieser Verbindung 4 Prop. in einem besonderen Condensationszustande in jedem Prop. der salzartigen Verbindung enthalten. (J. of Sc. N. XLI. 184.)

---

XVI.

*Bestimmung der niedrigsten Temperatur, bei welcher das Eisenoxyd vollständig durch Wasserstoff reducirt wird;*

VON

GUSTAV MAGNUS.

In dem dritten Bande dieser Annalen p. 81 habe ich zu zeigen gesucht, daß brennbare Körper in einem so porösen Zustande erhalten werden können, daß sie sich von selbst bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft mit dem Sauerstoff derselben verbinden, und zwar gewöhnlich unter Feuererscheinung; namentlich habe ich dies von Nickel, Kobalt und Eisen gezeigt. Hr. Hofrath Stromeyer behauptet in einem der vorstehenden Aufsätze dieses Hestes \*), daß ich nicht mit gehöriger Umsicht zu Werke gegangen sey, und daß sich die Sache ganz anders verhalte. Es entstehe nämlich die Entzündlichkeit beim Eisen (denn von diesem spricht derselbe allein) durch einen geringen Antheil von Oxydul, das bei dem metallischen Eisen zurückgeblieben sey.

Die Beweise, die Hr. Hofr. Str. gegen mich anführt, sind:

\*) Dieser Aufsatz wurde nur durch die Güte des Hrn. Herausgebers dieser Annalen, vor dem Drucke desselben, mitgetheilt; während der übrige Theil des Hestes gedruckt wurde, benutzte ich die Zeit zu den unten angeführten Versuchen.

1) Dafs die vollständige Reduction dieses Metalles bei niedrigen Temperaturen nur äusserst schwierig gelinge.

2) Dafs Berzelius Angabe des Sauerstoffgehaltes im Eisenoxyd, auf die ich mich bei meinen Versuchen berufe, falsch sey; dafs nämlich das Eisenoxyd nur 30,15 pr. Ct. Sauerstoff enthalte, und nicht 30,66 pr. Ct., wie Berzelius angiebt.

Ich schlofs, dafs das Eisenoxyd vollständig bei niedriger Temperatur reducirt werde, weil der Gewichtsverlust durch die Reduction, den ich bei meinen früheren Versuchen gefunden hatte, dem Sauerstoffgehalt, den Berzelius für das Eisenoxyd angiebt, nahe kam. Gesetzt nun aber der Sauerstoffgehalt des Eisens wäre *niedriger* als ihn Berzelius angiebt; so geht um so mehr aus diesen Versuchen hervor, dafs der Sauerstoffgehalt dem Oxyde vollständig entzogen worden. Wirklich hat nun Hr. Hofr. Str. den Sauerstoffgehalt um 0,5 pr. Ct. *niedriger* gefunden als Berzelius; ist also seine Angabe richtig, so beweist sie nur *für* mich. Dennoch behauptet Hr. Hofr. Str. das Gegentheil, und meint, da das Eisenoxyd nach seiner Angabe 0,5 pr. C. Sauerstoff weniger enthalte, als nach der Angabe, auf die ich mich berufe, so folge, dafs noch Oxydul, also noch Sauerstoff beim Eisen zurückgeblieben sey, wiewohl dasselbe *mehr* an Gewicht verloren, als es nach Hrn. Hofr. Str. Angabe möglicherweise hätte verlieren können; woraus man sieht, dafs hier ein falscher Schluss ist.

Doch da ich weder die Zeit gehabt habe, noch auch es wage, zwischen so ausgezeichneten Chemikern über die Differenz von 0,5 pr. Ct. zu entschei-



den; so glaubte ich, daß ich mich darauf beschränken müsse, die Richtigkeit meiner Ansicht noch ein Mal darzuthun, und wo möglich auf eine Weise, die gar keine Rücksicht auf die Bestimmung des Sauerstoffgehalts im Eisenoxyd nimmt.

Ich suchte zu dem Ende Eisenoxyd bei der möglichst niedrigsten Temperatur durch Wasserstoff \*) zu reduciren, in der Hoffnung, hierbei das wahre blaue Oxydul des Herrn Hofr. Str. zu erhalten. Ich bediente mich zu meinen Versuchen des von Herrn Berzelius angegebenen Apparats, bestehend in einem Stück eines Barometerrohrs, das in der Mitte zu einer Kugel ausgeblasen ist, in die der zu reducirende Körper gebracht wird. Ich erwärmte die Kugel in einem Bade von kochendem Wasser, aber es erfolgte keine Desoxydation; darauf erwärmte ich sie in einem Bade von gewöhnlichem Rüböl, und zwar allmählig bis zum Wallen des Oels, auch hierdurch bildete sich kein Wasser. Nun wandte ich ein Bad von schmelzendem Blei an, doch auch hier zeigte sich nur dann in dem vorderen Theil der Röhre Wasser, wenn Quecksilber, das in einem Glasröhrchen von Zeit zu Zeit in das Bleibad gehalten wurde, darin zu kochen anfang; woraus hervorgeht: daß die niedrigste Temperatur, bei welcher das Eisen durch Ueberleiten von Wasser-

\*) Das bei diesen, wie bei den früheren Versuchen angewandte Wasserstoffgas wurde zunächst durch Kalilauge geleitet, um es von Schwefelwasserstoff zu befreien, und dann durch eine Röhre mit Chlorcalcium getrocknet. Bei den hier erwähnten Versuchen leitete ich dasselbe auch noch durch eine Quecksilbersublimat-Auflösung, um es von etwa beigemischtem Phosphor- und Arsenik-Wasserstoff zu befreien.

Stoff von seinem Sauerstoff verliert, nahe bei dem Kochpunkt des Quecksilbers liegt. Um aber gewiß zu seyn, daß die Temperatur des Bleibades nicht zu hoch werde, wurde von Zeit zu Zeit Zink in einem Glasröhrchen hineingehalten; doch kam dies nie, auch wenn es längere Zeit darin war, zum Schmelzen. Bei dieser Temperatur wurde die Reduction noch 2 Stunden fortgesetzt, nachdem sich schon kein Wasser in dem vordern Theil der Röhre mehr zeigte. Das zurückgebliebene Eisen sah bei erhöhter Temperatur dunkel, fast schwarz aus, bei der gewöhnlichen grau, wie metallisches Eisen, doch ohne Metallglanz; bei Berührung mit der atmosphärischen Luft entzündete es sich von selbst bei der gewöhnlichen Temperatur, und zwar jedes einzelne Körnchen während es durch die Luft fiel, wie ich dies bei meinen früheren Versuchen auch gesehen hatte.

Eine zweite Portion Eisenoxyd ward auf dieselbe Art im Bleibade reducirt, also bei einer Temperatur, die zwischen dem Kochpunkt des Quecksilbers und dem Schmelzpunkt des Zinks lag. Als die Reduction beendet zu seyn schien, ward die Kugel aus dem Bleibade herausgenommen; nachdem sie vollständig erkaltet war, ward sie von allem anhängenden Blei gereinigt, darauf die Röhre an beiden Enden verpfropft und gewogen, danach wieder mit dem Wasserstoff-Apparat in Verbindung gebracht, und der stärksten Glühhitze, die das Glas ohne zu schmelzen ertragen kann, auf einige Zeit ausgesetzt. Nachdem das Eisen wieder unter fortwährendem Ueberstreichen von Wasserstoff erkaltet war, wurde die Röhre mit denselben Pfropfen an beiden Enden zugepfropft

und wieder gewogen, sie hatte *durchaus nichts*, auch nicht ein halbes Milligramme an Gewicht verloren. Das Eisen aber, als es ausgeschüttet wurde, entzündete sich *nicht* von selbst. Derselbe Versuch ward noch 3 mal auf dieselbe Weise wiederholt, nur dafs, statt ein Bleibad anzuwenden, die Reduction bei geringer Erwärmung durch eine Lampe geschah, wie ich auch meine früheren Versuche bei niedriger Temperatur angestellt hatte. Sie gaben alle dasselbe Resultat.

Wenn die Entzündung des bei niedrigen Temperaturen reducirten Eisens von Spuren von Oxydul herrührt, so mußte sich das Geglühte ebenfalls entzünden, da es nichts an Gewicht verloren, also noch eben soviel Oxydul als vor der Glühung enthielt.

Aus den angeführten Versuchen geht also hervor:

1) Dafs die Entzündung des Eisens nicht von beigemengtem Oxydul, sondern durch den porösen Zustand des Metalls hervorgebracht wird.

2) Dafs das Eisen bei einer Temperatur, die zwischen dem Kochpunkt des Quecksilbers und dem Schmelzpunkt des Zinks liegt, vollständig reducirt wird; und dafs bei einer niedrigeren Temperatur gar keine Desoxydation erfolgt. Es ist mir also, wenigstens bei der von mir angewandten Reductionsmethode, nicht gelungen, das blaue Oxydul darzustellen. Gewifs wünscht ein jeder mit mir, dafs Hr. Hofr. Str. recht bald die Güte haben möchte, sein Verfahren, diesen interessanten Körper darzustellen, ausführlicher bekannt zu machen.

## XVII.

*Ueber die Veränderungen an einigen alten Kupferlegirungen.*

Nach einer der K. Gesellschaft zu London gemachten Mittheilung hat Hr. Dr. John Davy bei seinem Aufenthalte auf den jonischen Inseln Gelegenheit gehabt, die Veränderungen näher zu untersuchen, welche einige griechische Alterthümer mit der Zeit erlitten. Zunächst untersuchte derselbe einen Helm von antiker Form, welcher an einer feichten Stelle im Meere zwischen der Citadelle von Corfu und dem Dorfe Castrartis (Castrades) gefunden wurde und zum Theil mit Muscheln und einer Incrustation von kohlensaurem Kalk überzogen war. Die ganze Oberfläche desselben, sowohl die bekleidete als unbekleidete, war grün, weisse, und roth gefleckt. Die grünen Flecke bestanden aus basisch salzsaurem und kohlensaurem Kupfer, die weissen hauptsächlich aus Zinnoxid und die rothen aus Octaedern von Kupferoxydul und reinem Kupfermetall. Neben diesen Substanzen hatte das, nach einer Analyse aus Kupfer und 18.5 pr. Ct. Zinn bestehende, Metall seinen vollen Glanz. Ein Nagel von einer ähnlichen Legirung aus einem Grabmal zu Ithaka, und ein Spiegel (bestehend aus Kupfer mit 6 pr. Ct. Zinn und sehr wenig Arsenik und Zink) aus einem Grabmal zu Samos auf Cephalonia, so wie eine grosse Menge alter Münzen, aus dem Kabinet eines berühmten Sammlers zu Santa Maura, zeigten ähnliche Erscheinungen, nur war auf den Münzen kein metallisches Kupfer ausgeschieden, dagegen das Kupferoxydul durch Kupferoxyd geschwärzt. Da es nicht anzunehmen sey, daß die Substanzen, aus welchen die Kryalle erzeugt wurden, sich in Auflösung befunden haben, so schliesst Hr. D., müsse die Bildung dieser einer inneren Bewegung der Theilchen zugeschrieben werden, erzeugt durch die vereinte Wirkung der chemischen Verwandtschaften, der elektrochemischen Attractionen und der Cohäsionskräfte; auch glaubt derselbe, daß sich hiedurch manche Erscheinungen in der Mineralogie und Geognosie erklären lassen. (Ann. of Phil. N. S. X. 465.)

## Berichtigungen.

### Im Band III der neuen Reihe.

Seite 261	Zeile 14	statt $e_n$	. . . . .	$e_n$
- 269	- 13	- $(n+r-1)^{ten}$	. . . . .	$[n+p(r-1)]^{ten}$
- 363	- 6 v. u.	- $\log \mu$	. . . . .	$2 \log \mu$
- 365	- 5 v. u.	- $nno$	. . . . .	$wo$
- 394	- 11 v. u.	- Brunes	. . . . .	Brunes
- 409	- 2 v. u.	- 3 Engl.	. . . . .	5 Engl. Zoll
- 411	- 6 v. u.	- Gattung	. . . . .	Reihe
- 423	- 16 v. o.	- $20^\circ 46'$	. . . . .	$10^\circ 46'$

Auf der Karte Taf. III ist die Schwingungszeit 753'' bei Paris und 785'' bei Carlsrona ausgelassen. Wenn das Dorf Zelgosc (p. 402) an der richtigen Stelle eingetragen wird, stimmt die Schwingungszahl daselbst besser, als zuvor.

### Band IV.

S. 90	Z. 22	statt gleichzeitig nur	. . .	gleichzeitig und
- 92	- 3	- sie würde das Leben	. . .	das Leben würde
- 94	- 23	- wie außerdem) der	. . .	der Erreger wie außerdem)
		Erreger	. . .	
- 99	- 18	- von dem Abweichungs-	. . .	der Abweichungswinkel
		winkel	. . .	
- 105	- 7	- 0,75	. . . . .	0,075
- 105	- 18	- Flußwasser mit	. . .	destillirtes Wasser mit
- 108	- 25	- diese Urfache	. . .	die Urfache
- 172	- 10	- ich dem	. . . . .	ich aber dem
- 304	- 25	- vierfach	. . . . .	vielfach
- 308	- 6 u. 17	- Drahte	. . . . .	Dochte
- 310	- 21	- Calorimeter	. . . . .	Calorimotor
- 315	- 17	- und C mit D	. . . . .	und B mit D
- 323	- 4	- eben	. . . . .	oben
- 323	- 23	- 6 Zoll	. . . . .	ein Zoll
- 446	- 26	- Zink, Graphit, Wasser	. . . . .	Platin, Graphit, verdünnte Schwefelsäure
- 448	- 5	- mittlere	. . . . .	unmittelbare
- 456	- 5	- Drahte	. . . . .	Dochte

### Band V.

S. 13	Z. 10	statt: während sie die	. . .	während sie auch die
- 14	- 7	- Löbse	. . . . .	Löbse
- 21	- 9	- durch c Fig. 7	. . . . .	durch b Fig. 7
- 24	- 19 u. 32	- Flecke	. . . . .	Flächen
- 128	- 4 v. u.	- $20'' 5''' 31$ u. $20'' 4''' 56$	. . . . .	$20'' 5''' 5$ u. $20'' 4''' 9$
- —	- 3 —	- $20'' 3''' 38$ u. $20'' 5''' 6$	. . . . .	$20'' 3''' 6$ u. $20'' 2''' 9$
- —	- 2 —	- $20'' 3''' 56$ u. $20'' 4''' 56$	. . . . .	$20'' 3''' 9$ u. $20'' 4''' 9$
- 129	- 18 —	- ist auszureichen: in Genf und	. . . . .	

S. 154 Z. 28 statt: (eigentlich auf Stor-Arße) . (eigentlich Stor-Arße)

• 270 - 9 - dem krytallinisch körnigen  
Marmor . . . . . den krytallinisch körnigen Kieselconcretionen

• 377 - 11 - leichtesten . . . . . leichtesten  
• 395 - 29 - Sphäroide . . . . . Sphäre  
• 405 - 24 - Sphäroiden . . . . . Sphären  
• 412 - 4 u. f. - Stättet . . . . . Slottet  
• 432 - 28 - Porphy . . . . . Gneus  
• 433 - 24 u. f. - Jernager . . . . . Jevnager  
• 433 - 29 - Hagerstad . . . . . Hagenstad  
• 460 - 26 - Kalkschiefer . . . . . Talkschiefer  
• 478 - 6 v. u. - Chonograph . . . . . Chronograph  
• 501 - 1 v. o. - Gullhjß . . . . . Gullfjß  
• 501 - 4 - Gullhjß-Kalkbruch . . . . . Gullfjß-Kalkbruch

# Band VI.

S. 44 Z. 2 statt: Dendeiten . . . . . Dendriten  
• - - 10 - Cossius'schen . . . . . Cassius'schen  
• - - 11 v. u. - oxydirte Silber . . . . . reducirte Silber  
• 60 - 2 - 3  $MS^3$  . . . . . 3  $MS^2$   
• 82 - 8 -  $\ddot{Na} \ddot{C}^2$  . . . . .  $\ddot{Na} \ddot{S}^2$   
• 217 - 6 - Pyenit . . . . . Pycnit  
• 297 - 1 - - O,14 - F . . . . . + O,14 - F

*Taf. 1.*



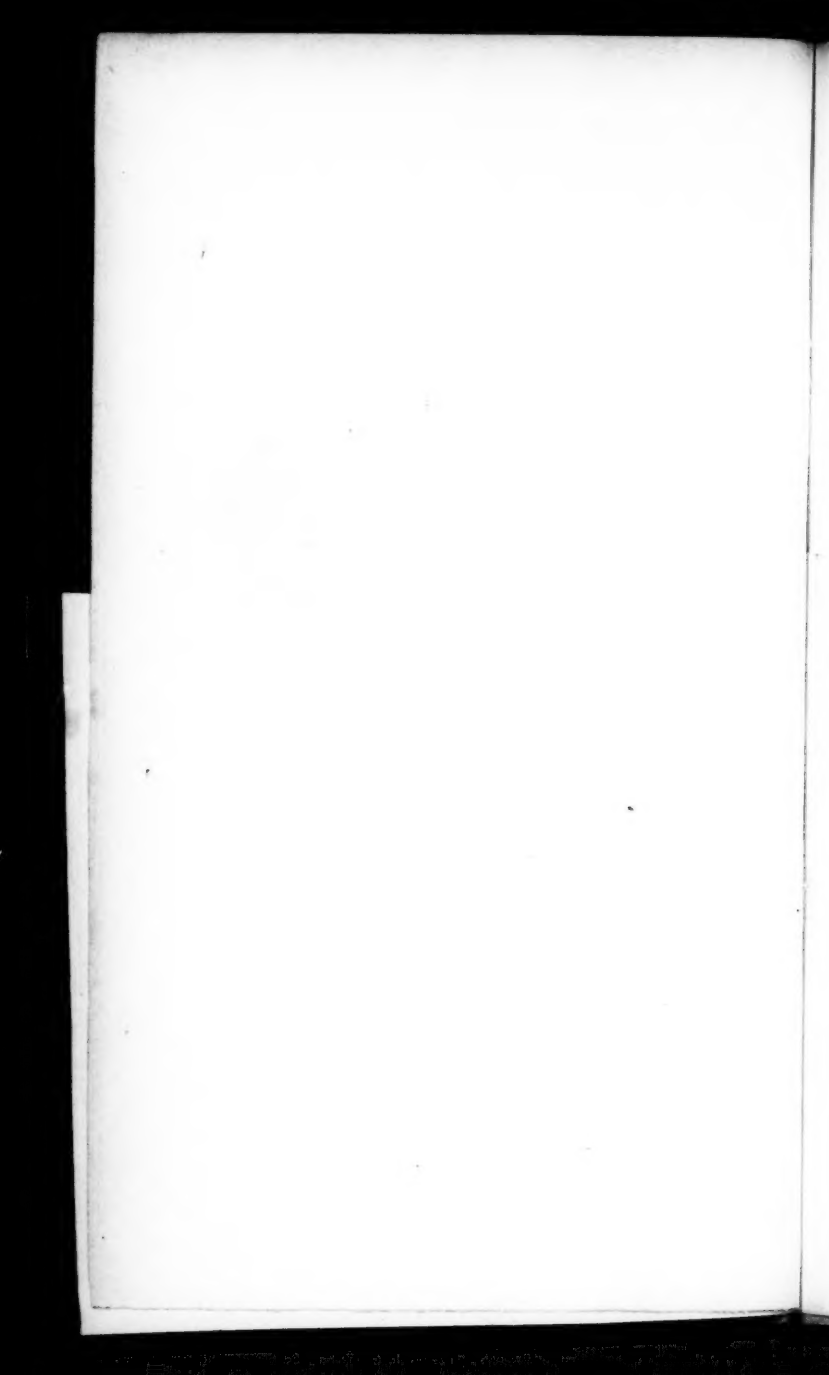




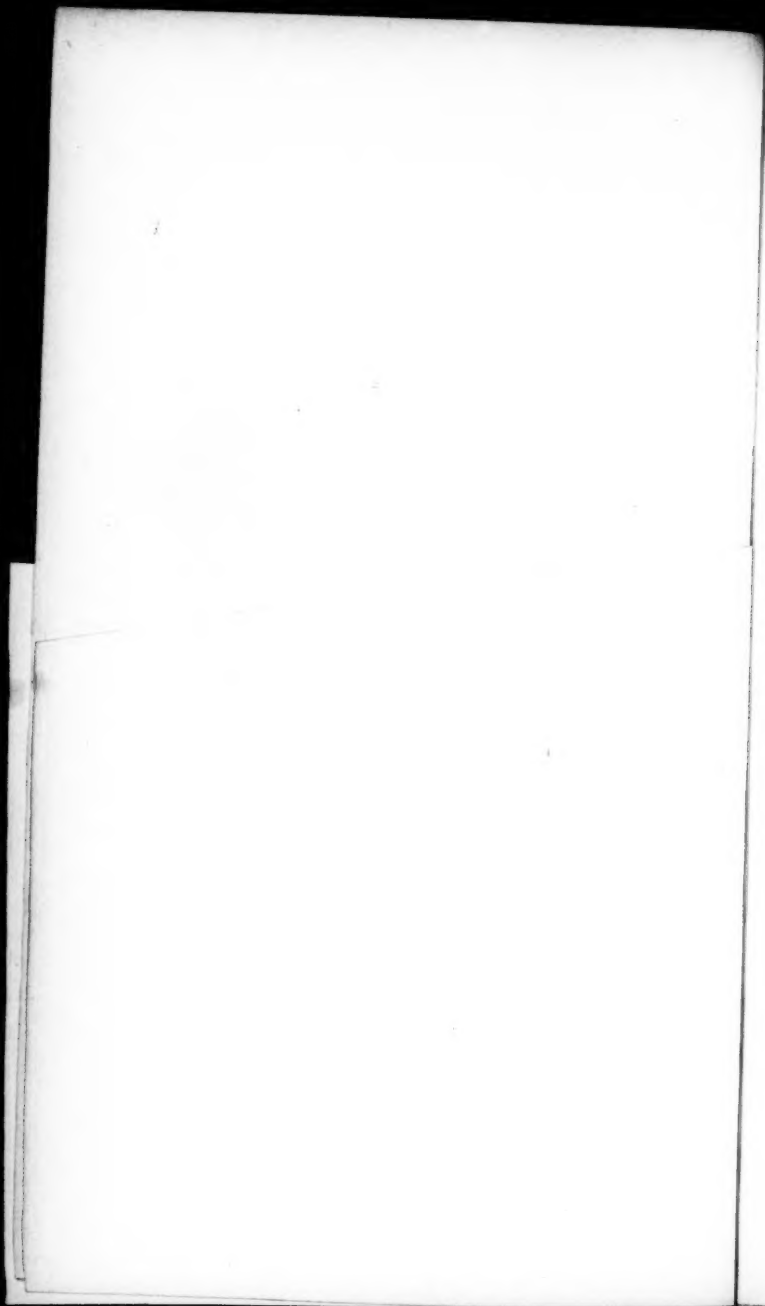
Taf. 1.



*Ann. d. Phys. u. Chem. 6 B. 1 St.*







*Taf. 2.*



*Ann. d. Phys. u. Chem. 6 B. 19.*

Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 6

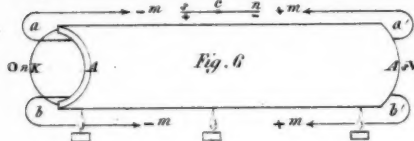


Fig. 8



Fig. 7

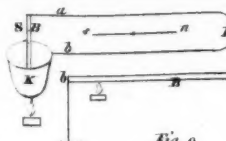


Fig. 9

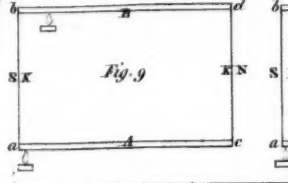


Fig. 13

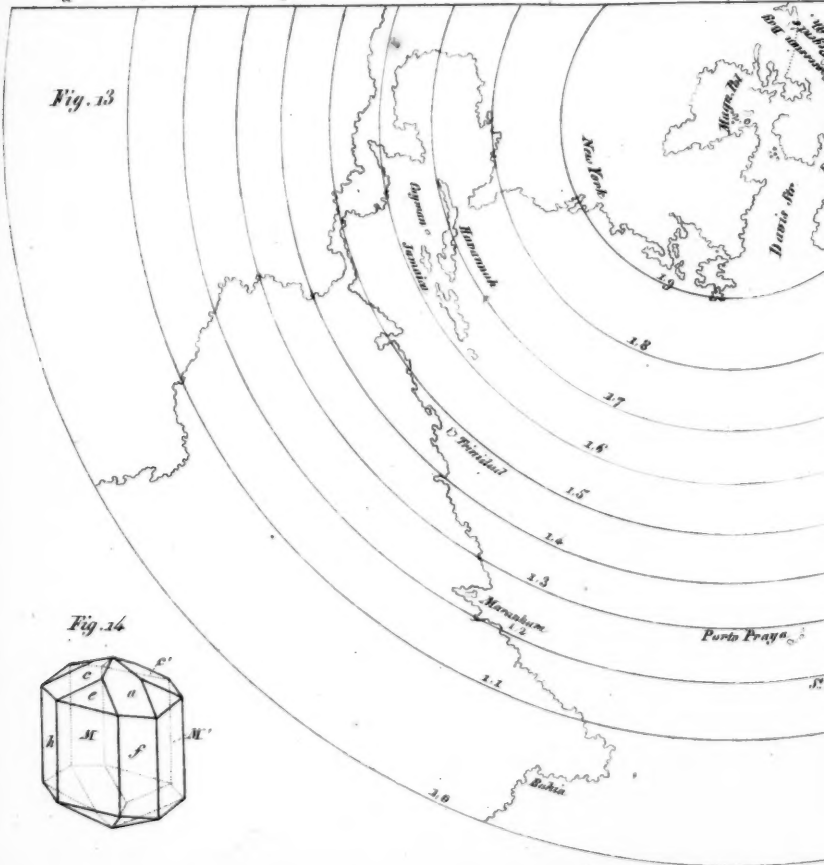


Fig. 14

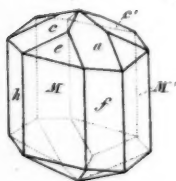




Fig. 2.

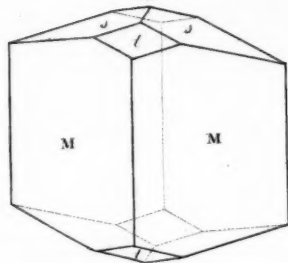


Fig. 5.

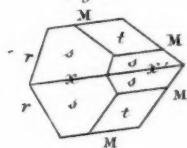


Fig. 4.

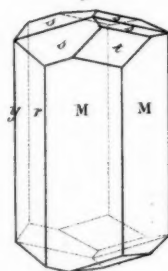
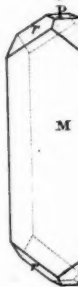


Fig. 6.





Taf. IV

Fig. 3.

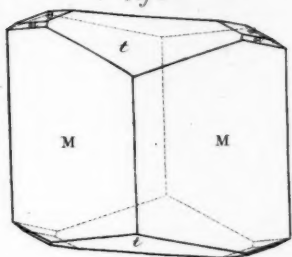


Fig. 1.

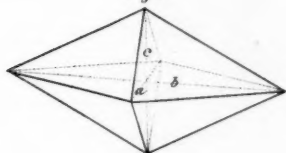


Fig. 6.

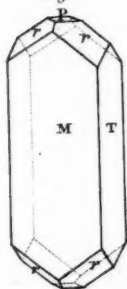


Fig. 7.

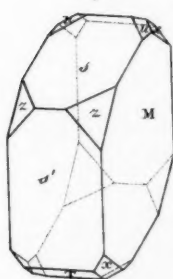


Fig. 1

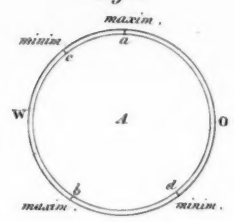


Fig. 2

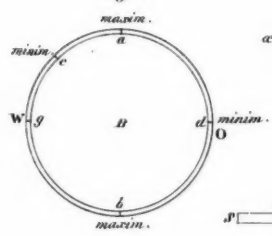


Fig. 11

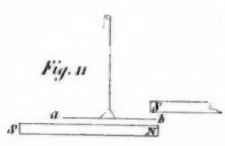


Fig. 7

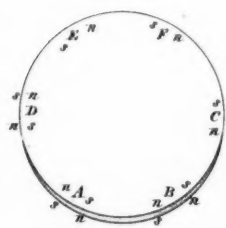


Fig. 3

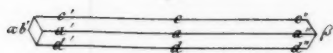


Fig. 4

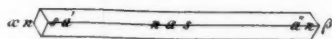


Fig. 5

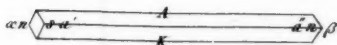


Fig. 9

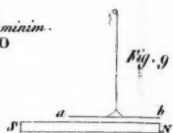


Fig. 10

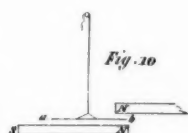


Fig. 6



Fig. 8

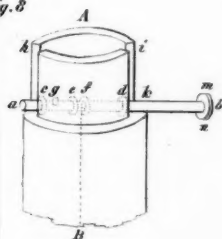




Fig. 5

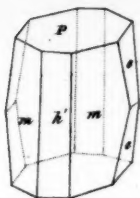


Fig. 6

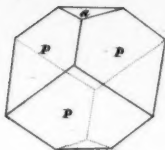


Fig. 2

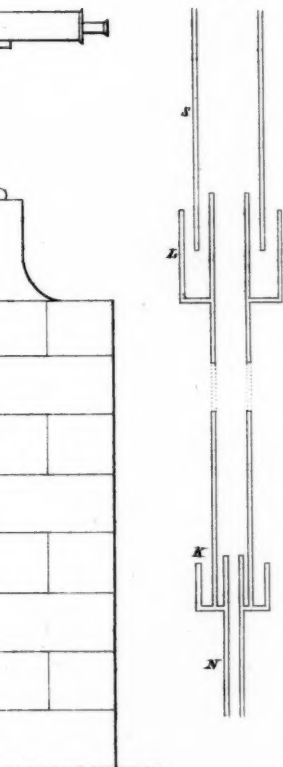


Fig. 7

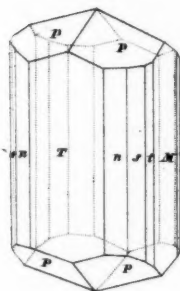


Fig. 3

